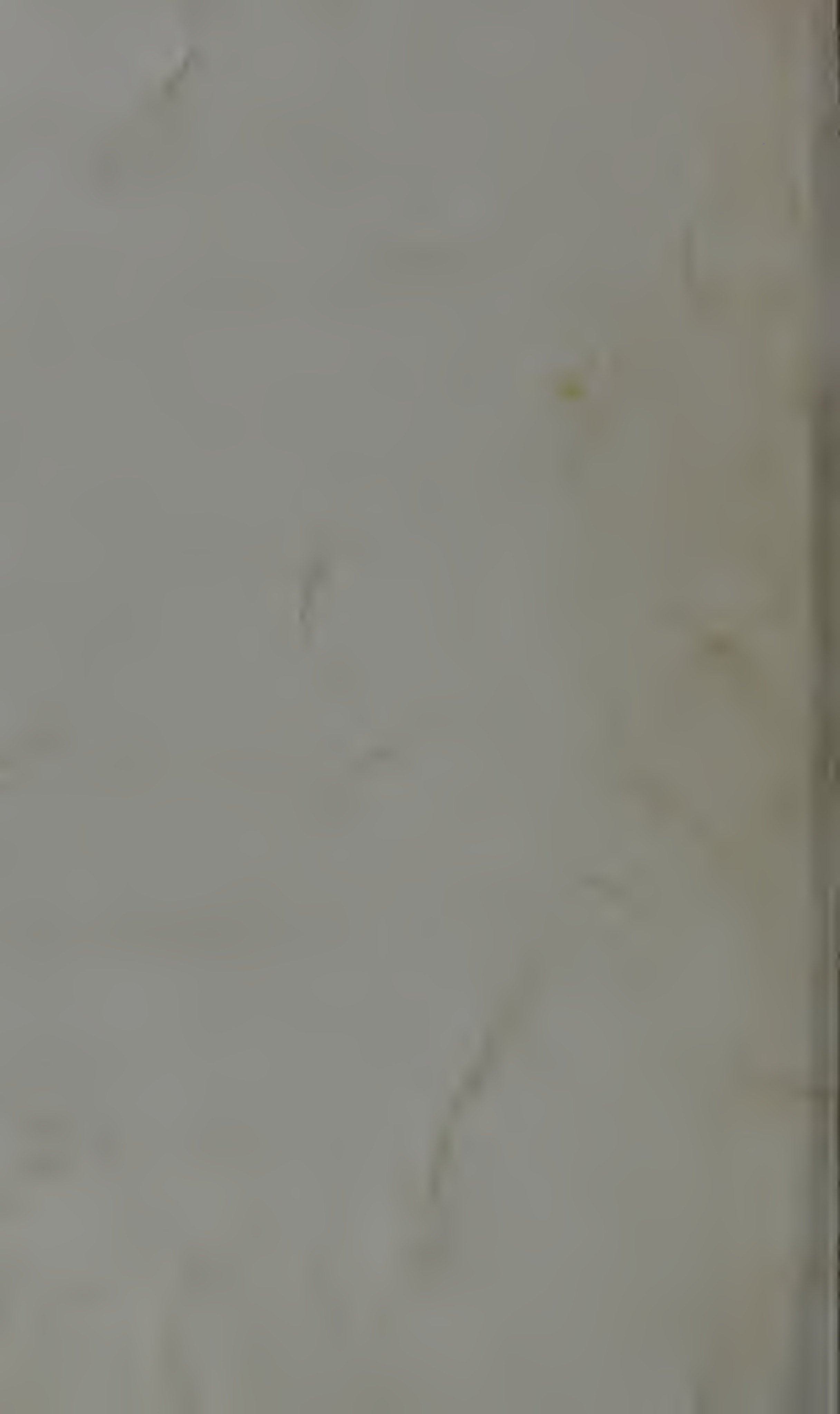




Untersuchungen

über den Einfluss,

welchen

die Blutströmung auf die Bewegungen der Iris

und

anderer Theile des Kopfes ausübt.

Inaugural-Abhandlung,

der Würzburger medicinischen Facultät zur Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt von

Adolf Kussmaul.

Würzburg.

Verlag der Stahel'schen Buch- und Kunsthandlung.

1855.

Herrn Professor

DR. RUDOLF VIRCHOW

widmet

diese Abhandlung als ein kleines Zeichen seiner Dankbarkeit für die viele ihm während seines Aufenthaltes in Würzburg vom 1. November 1853 bis Ende August 1854 erwiesene Güte

der Verfasser.



INHALT.

Quand, en physiologie, un phenomène s'offre avec des apparences contradictoires, on peut être assuré que ses éléments sont encore complexes, et que ses conditions d'existence n'ont pas été suffisamment analysées.
Cl. Bernard.

Einleitung.

Beschäftigt mit Untersuchungen über den Einfluss, welchen die Unterbindung der Halsgefässe auf die Thätigkeit der Organe ausübt, hatte ich einige Male an Kaninchen gleichzeitig beide Karotiden und andere Male beide Jugularvenen unterbunden, ohne dass ich sogleich nach geschehener Unterbindung besondere Erscheinungen an der Iris oder an anderen beweglichen Theilen des Kopfes beobachtet hätte. Die schönen Erfahrungen von Cl. Bernard und Brown-Séquard über Bewegungserscheinungen am Kopfe, welche einhergehen mit Aenderungen in der Blutströmung, hatten meine aus klinischen Erfahrungen hergenommene Ueberzeugung, dass dieselbe wenigstens auf gewisse Bewegungen des Auges einen Einfluss ausübe, in hohem Grade befestigt. Wie anders sollte ich mir in der That jene eigenthümlichen und doch so abweichenden Bilder erklären, welche der Gesichtsausdruck von verschiedenen Anämischen gewährt! Bei den Einen die Augenlider auch im wachen Zustande krampfhaft geschlossen, die Pupillen ausserordentlich verengt und mit Eigensinn dem innern Augenwinkel zugewendet. Bei den Andern dagegen die Lidspalte sogar im Schlafe theilweise offen, die Pupillen erweitert und halb versteckt unter den oberen Augenlidern nach aussen gestellt. Jeder Laie weiss, dass Hemmung des venösen Rückflusses vom Kopfe die Augäpfel hervortreten macht, und jeder Arzt von einiger Erfahrung, dass bei Con-

gestivzuständen desselben Veränderungen in den Durchmessern der Pupille und in der Stellung der Augäpfel sich sehr häufig einstellen. Aber das oft Widersprechende und anscheinend Regellose in diesen Phänomenen hinderte die Praktiker sie als diagnostische oder therapeutische Anhaltspunkte von wesentlicher Bedeutung zu verwerthen, und entmuthigte, wie es scheint, die Physiologen, ihnen auf dem Boden des Versuches genauer nachzuspüren.

Die Natur handelt jedoch nirgends nach Laune und zur Auffindung ihrer Gesetze bedarf es gewöhnlich nur der richtigen Versuchsmethoden. Ich setzte mir darum vor meine ersten Experimente zu modificiren, und bessere Wege einzuschlagen. Vor Allem schien es mir zweckmässig, die Erfolge kennen zu lernen, welche sich aus einer vorübergehenden Unterbrechung des arteriellen Stromlaufs in den Karotiden ergäben, einem Verfahren, welches vor der dauernden Unterbindung jedenfalls den grossen Vorzug haben musste, dass es dasselbe Thier wiederholten Prüfungen zu unterwerfen gestattet und somit einen grösseren Schutz vor Täuschung gewährt. Noch höher aber schätzte ich den Vortheil, dass es auch erlauben würde, die Erfolge der wiederhergestellten (und vielleicht selbst vermehrten) arteriellen Zufuhr mit weniger Schwierigkeit zu studiren, insbesondere der Schnelligkeit wegen, womit dieselben erzielt werden könnten.

Zu dem Ende beschloss ich die sorgfältig und weit genug isolirten Gefässröhren durch gleichzeitiges Anziehen und Nachlassen von Fadenschlingen, oder, nachdem ich Guttapercha-Plättchen untergeschoben, durch gleichzeitige Compression mittelst zweier Pincetten abwechselnd zu verschliessen und wieder durchgängig zu machen.

Als ich diesen Versuch im December verwichenen Jahres zum ersten Male an einem weissen Kaninchen ausführte, ergaben sich hiebei Bewegungen am Auge, welche mit einer wunderbaren Schönheit und Regelmässigkeit auftraten. So oft ich die Strömung hemmte, ging der Augapfel sogleich in die Augenhöhle zurück, die Schleimhaut des Auges erblasste, die Lider schlossen sich rasch und krampfhaft, und die Pupillen verengten sich ganz ausnehmend. Sobald sie aber wieder hergestellt wurde, trat der Augapfel unverzüglich mächtig aus der Augenhöhle hervor, die Schleimhaut wurde roth, die Lidspalte öffnete sich, und die Pupille erweiterte sich um das Doppelte. Dasselbe Verhalten bei achtmaliger Unterbrechung und Wiederherstellung.

Dieses glänzende und merkwürdige Ergebniss überraschte mich ausserordentlich. Denn nach einigen an Kranken angestellten Versuchen mit

Compression der Karotiden, welchen ich durch die Güte des Herrn Dr. Gudden in Illenau beiwohnte, hätte ich eher Pupillenerweiterung als Verengerung bei Hemmung der arteriellen Strömung erwartet. Und andererseits, ist nicht die Pupillenenge, wie sie ja auch Brown-Séquard regelmässig beobachtet hat, wenn er Kaninchen längere Zeit an den Beinen aufhängte, eine häufige Erscheinung bei „Blutandrang" zum Kopfe? Um so grösser wurde der Sporn für mich, den Gesetzen, welche hier giltig sind, auf die Spur zu kommen.

Jetzt weiss ich, dass mich der Zufall begünstigt hat, indem er mich gleich Anfangs ein Kaninchen finden liess, welches schon auf die Compression der Karotiden allein so ausnehmend scharf reagirte. Ich habe seitdem noch siebenzehn Mal bei Kaninchen und zwei Mal bei Katzen die vorübergehende gleichzeitige Compression der isolirten Karotiden ausgeübt, aber von allen diesen Versuchen glückte nur ein Viertheil, und von den gelungenen hatte nicht einer jenen so überaus schönen Erfolg.

Offenbar lagen dem häufigen Misslingen dieselben Ursachen zu Grunde, welche überhaupt nach Unterbindung der Karotiden bei Thieren und Menschen die Erfolge auf die Thätigkeit der verschiedensten Organe so abweichend machen. Die Individuen unterscheiden sich beträchtlich hinsichtlich der Blutmenge ihres Körpers und Kopfes, das Caliber der Karotiden und Wirbelschlagadern wechselt auch beim Kaninchen vielfach, und die grossen Varietäten in der Anordnung des *Circulus arteriosus Willisii,* wie sie wenigstens beim Menschen bekannt sind, bedingen verschiedene Grade der Sufficienz bezüglich der collateralen Zufuhr. Endlich zeigt die Erregbarkeit des Nervensystems sehr bedeutende Verschiedenheiten, welcher Punkt namentlich dann in Betracht kömmt, wenn es, wie mir bald wahrscheinlich wurde, den grössten Theil jener Erscheinungen vermittelt.

Somit war es erforderlich, ein Verfahren zu finden, wodurch alle störenden Einflüsse, welche aus diesen Verhältnissen entspringen, möglichst beseitigt werden konnten. Als sicherstes musste das vollständige Absperren und Wiedereinströmen alles arteriellen Blutes erscheinen. Dadurch wurden einerseits die Abweichungen in der anatomischen Anordnung der arteriellen Gefässe gewissermassen ausgeglichen und andererseits so bedeutende Einwirkungen auf das Nervensystem gesetzt, dass die individuellen Verschiedenheiten rücksichtlich seiner Erregbarkeit einzig noch modificirend, aber wohl kaum mehr vereitelnd auf die Erfolge einzuwirken vermochten. Es handelte sich also darum, alle vier grossen Arterien des Kopfes, Karotiden und Wirbelschlagadern zugleich, der vorübergehenden Compression zu unterwerfen.

Das Isoliren der Wirbelschlagadern ist aber beim Kaninchen eine sehr schwierige Operation, wobei noch überdies das benachbarte untere Halsganglion oder doch die zahlreichen von ihm abgehenden Fäden kaum unverletzt bleiben können. Dadurch würden die Pupillen verengt und die Erfolge undeutlich. Ich wollte desshalb mit diesem Verfahren zuwarten bis mir grössere Thiere zu Gebote stünden, und einstweilen noch andere Methoden prüfen.

Nachdem ich zuerst versucht, die Erfolge kennen zu lernen, welche die abwechselnde Hemmung und Wiederherstellung der Strömung in den Jugularvenen ausüben, entleerte ich Thieren arterielles oder venöses Blut aus den grossen Halsgefässen, und beobachtete, welche Erscheinungen hiebei eintraten. Ich benutzte ferner die blutarm gewordenen Thiere zu Compressionsversuchen auf die Halsgefässe und gewann dadurch einige wichtige Ergebnisse. Vor Allem bestätigten sie mir den Einfluss der Blutströmung auf die Irisbewegung im Allgemeinen, und im Besonderen wurde es mir wahrscheinlich, dass die arterielle Congestion zum Kopfe anders einwirke, als die venöse Stauung, nicht minder die arterielle Anämie anders, als die venöse Blutentleerung. Indessen, obwohl so viele der Erfahrungen aus den verschiedenen Versuchs-Methoden mit einander übereinstimmten, so widersprachen sich doch auch manche, und ich konnte die Lösung dieser Widersprüche vorderhand nicht finden.

Ich schritt zu Einspritzungen verschiedener Flüssigkeiten in die Halsgefässe lebender und todter Thiere, allein ich sah bald, dass diese Versuche meinem ursprünglichen Gegenstande fremde Factoren in die Rechnung brächten, wodurch diese eine beirrende Verwickeltheit erlangen würde. Diess um so mehr, als ja die einfache Grundaufgabe, die den zusammengesetzten vorauszugehen hatte, noch gar nicht gelöst war. Ich stand desshalb von diesen Versuchen ab; deren Ergebnisse ich demnächst einer andern Abhandlung einzuverleiben gedenke.

Unterdessen hatte ich aus wiederholten Zergliederungen von Kaninchen ersehen, dass die eigenthümliche Lagerung der grossen aus dem Aortabogen abgehenden arteriellen Gefässstämme unter der Spitze des Brustbeins bei diesen Thieren vortrefflich erlaube, derart auf sie einzuwirken, dass dem Kopfe augenblicklich alles arterielle Blut vorenthalten und wieder zugeführt werde. Die Venae anonymae überdecken beim Kaninchen die Arterien nicht. Wenn man die Kopfnicker

ganz und die grossen Brustmuskeln theilweise vom Brustbein ablöst, dessen Spitze abbricht, und ein Stück der Zungenbein-Brustbein-Muskeln ganz wegschneidet, so lassen sich beide Karotiden und Schlüsselbein-Schlagadern im Bindegewebe des Mittelfellraums bloslegen, und der Unterbindung oder Compression unterwerfen. Bei den grossen Vorzügen, welche das weisse Kaninchen vor andern Säugethieren für die hier in Frage kommenden Untersuchungen besitzt, war es mir äusserst erwünscht, diese Anordnung kennen zu lernen. Als ich jetzt nach solcher Weise verfuhr, die linke Schlüsselbein-Schlagader unterband, und den *Truncus anonymus,* aus welchem beim Kaninchen die beiden Karotiden und die rechte Schlüsselbein-Schlagader entspringen, der vorübergehenden Compression unterwarf, erhielt ich Ergebnisse, welche meine kühnsten Erwartungen bei weitem übertrafen. Denn es gelang mir so, Bewegungserscheinungen der glänzendsten Art an der Iris, den Augenlidern, dem Augapfel, der Nickhaut, den Nasenlöchern, den Barthaaren, dem Munde und dem Kopfe selbst hervorzurufen, Erscheinungen, deren Schönheit und Regelmässigkeit nicht allein mich selbst, sondern auch die Herren Geh. Hofrath Dr. Arnold, Dr. v. Dusch, Dr. Moleschott, Prof. Dr. Nuhn und mehrere andere Aerzte und Studirende, welche meine Versuche mit ihrer Gegenwart beehrten, mit Freude erfüllten.

Es blieb nun noch übrig, ein gleich sicheres Verfahren zu finden, wodurch der Rückfluss der gesammten venösen Blutmenge aus dem Kopfe abwechselnd unterbrochen und wieder hergestellt werden könnte. Denn die Compression der isolirten Jugularvenen gibt nur selten deutliche Erfolge, weil sie noch an grösseren Uebelständen leidet, als die der Karotiden. Ausser den grossen Anastomosen-Netzen der Hautvenen sind es zahlreiche Verbindungen durch die tieferen Nackenzweige, welche die Jugular- und Schlüsselbein-Venen mit einander eingehen, sowie Anastomosen mit den Wirbelvenen, wodurch ein ergiebiger Abschluss des Blutes verhindert wird. Die Halsvenen sind sehr dünn und wenig elastisch. Indem sich diese sehr schnell beträchtlich erweitern und grössere Blutmengen aufnehmen können, so muss die Stauung in dem entfernteren und wenig compressibeln Gehirne und namentlich in den starrwandigen Sinus seiner harten Hirnhaut minder rasch und beträchtlich zur Ausbildung kommen. Die Pincette wird durch Zerreissen der zarten Wände leicht gefährlich. Immer ist es schwierig, den Rückfluss schleunig herzustellen, da keine grosse Druckkraft das Blut durch die verengt bleibenden Gefässe hindurchtreibt. Alle diese misslichen Verhältnisse lassen wohl begreifen,

warum die temporäre Compression der Jugularvenen so selten auffällige Ergebnisse gewährt.

Die Unterbindung der *Venae anonymae*, welche unverschmolzen in das Herz münden, ist sehr schwierig. Man läuft Gefahr Fäden vom Sympathicus, die Zwerchfellnerven und den Milchbrustgang zu verletzen. Noch leichter kömmt es zu beträchtlichen Blutverlusten, welche Pupillen-Erweiterung bedingen, und die Ergebnisse nachfolgender Compressions- oder Unterbindungs-Versuche sehr beschränken. Ausserdem aber empfangen die *Venae anonymae* noch tief unten im Mittelfellraume, wo die Unterbindung gar nicht ausführbar ist, sehr ansehnliche Zweige, namentlich Wirbelvenen, und die inneren Jugularvenen selbst münden gewöhnlich hier ziemlich weit unten ein. Ich habe mich desshalb darauf beschränkt, beide *Venae subclaviae* und *jugulares externae* sehr nahe an ihren Vereinigungs-Winkeln mit Fadenschlingen zu umfassen, und eine daselbst einmündende grosse Nackenvene ganz zu unterbinden. Die wenigen derartigen Versuche, welche ich bis jetzt angestellt, gaben aber so geringe Ausbeute, dass ich mich nicht ermuthigt fühle, sie fortzusetzen. Dagegen hoffe ich, dass zu diesen Versuchen der Hund sich besser eigne, an welchem sich, wenn ich aus einem vorgängigen Studium des todten schliessen darf, die *Venae anonymae* in ähnlicher Weise fassen lassen müssen, wie die grossen Arterienstämme beim Kaninchen. —

Wenn die hier mitgetheilten Untersuchungen manche neue Thatsache an's Licht gebracht haben, so lassen sie doch noch sehr beträchtliche Lücken in unserer Kenntniss von dem Einflusse der Blutströmung auf die beweglichen Theile des Kopfes zurück. Abgesehen davon, dass die Wirkungen der vorübergehenden Störungen im venösen Stromlaufe nur ungenügend erhoben sind, so gilt es auch die der dauernden im arteriellen und venösen Gebiete kennen zu lernen. Die Versuche aber zur Ermittlung dieser Verhältnisse werden sehr mühevoll sein, und der mannigfaltigen pathologischen Vorgänge halber, welche auf eingreifende Operationen zu folgen pflegen und modificirend einwirken, nur bei Anwendung von äusserster Vorsicht zum Ziele führen. Endlich aber handelt es sich um die Frage über die Wege, auf welchen die gewonnenen Bewegungserscheinungen vermittelt werden. Mit Experimenten zur Lösung der letzteren habe ich bereits den Anfang gemacht.

Zweifelsohne muss eine Reihe ähnlicher analysirender Untersuchungen, welche auch den Einfluss der Blutströmung im Kopfe auf die Athmung, den Herzschlag, die Wärmebildung u. s. w. in den Kreis ihrer Betrachtungen ziehen, dem Pathologen höchst wichtige Anhaltspunkte für die Diag-

nostik und die Therapie der Circulationsstörungen des Gehirnes darbieten. Mit der Leuchte des physiologischen Versuches in der Hand dürfte es uns wohl gelingen, in jene so dunkle und wenig bekannte Provinz der Pathologie siegreich einzudringen und die Zahl der gesegneten Eroberungen zu vermehren, welche der Medicin aus der Benützung dieses grossen Hilfsmittels bereits erwachsen sind.

Schliesslich erfülle ich die angenehme Pflicht, allen denjenigen Dank zu sagen, welche mich bei der Anstellung meiner zahlreichen Versuche unterstützten. Insbesondere gilt dies Herrn Adolf Tenner, welcher den meisten derselben beiwohnte, Hrn. Dr. Wolf, Hrn. Carl Görck und Herrn Stud. med. Bertheau von Mannheim.

Vorbemerkungen über einige der wichtigsten Vorsichtsmassregeln bei Pupillenmessungen und Mittheilung eines Versuches, welcher beweist, dass beim Kaninchen gewisse Stellungen des Kopfes bestimmte, vom Lichte unabhängige Bewegungen der Iris hervorrufen.

Die Iris der Kaninchen besitzt, wie Budge sehr richtig bemerkt, bei einer überaus grossen Empfindlichkeit gegen das Licht, wodurch sich die Pupille bei jeder Modification der Helligkeit verändert, doch eine grosse Beständigkeit rücksichtlich des bei derselben Beleuchtung gewonnenen Zusammenziehungsgrades. Die Iris des Hundes und der Katze ist viel weniger zuverlässig, weil allzu beweglich. Ausser jenem Vorzuge, welcher allen Kaninchen gemeinsam, besitzt das weisse noch besondere, namentlich bei Untersuchungen über unseren Gegenstand. Sein Auge lässt leicht erkennen, nicht nur ob in die äusseren Theile mehr oder weniger Blut einströmt, sondern auch ob in die inneren. Selbst bei schwacher Beleuchtung kann man hier genauere Pupillenmessungen anstellen, und der äusserst zarte blasse innere Saum der Iris ist auf dunkelrothem, wie auf blassem Augengrunde bei einiger Vorsicht immer wohl zu unterscheiden. Darum habe ich zu meinen Versuchen meistens weisse Kaninchen gewählt.

Gleich im Beginne meiner Untersuchungen fand ich, dass die Pupille der Kaninchen je nach gewissen Stellungen ihres Kopfes eine verschiedene Weite einnimmt, welche vom Lichte unabhängig ist. Beugung des Kopfes vornüber gegen den Hals, zumal in der Rückenlage des Thieres, wirkt verengernd, Abziehen des Kopfes und Streckung gegen den Nacken erweiternd.

Will man sich von dieser Thatsache überzeugen, so rathe ich zu folgendem Verfahren, welches ich als das beste erprobte. Man setze sich

einfallendem Fensterlichte gegenüber, nehme ein weisses Kaninchen auf den Schooss, fasse es mit der rechten Hand unter den beiden Vorderbeinen und mit der linken in der Art am Kopfe, dass das dem Lichte zugekehrte linke Auge bedeckt wird. Das rechte dem Lichte abgewandte Auge aber bleibt unbedeckt und wird beobachtet. Nun lässt man einen zur linken Seite stehenden Gehilfen über das Thier herüber dessen beide Hinterbeine ergreifen und allmälig nach oben gegen ihn ziehen, zugleich dreht man selbst den Vordertheil des Kaninchens mit der Rechten etwas rechtswärts, und falls das Thier ausnahmsweise nicht von selbst den Kopf gegen den Hals anzieht, hilft man durch leisen Druck mit der linken Hand etwas nach. Dadurch wird das Kaninchen allmälig um seine Längenaxe gedreht und sein Kopf zugleich stark gebeugt. In der Zeit nun, wo die Beugung einen ansehnlichen Grad erreicht hat, treten auch Bewegungserscheinungen am Auge ein. Die Lider schliessen sich meist völlig, die Pupille wird bedeutend verengt, und die Nickhaut tritt stark hervor. Am schönsten sah ich diese Erscheinungen bei einigen jüngeren Thieren; sie sind am ausgeprägtesten dann, wenn sich der Kopf dem Halse am innigsten anpresst. Ist das Kaninchen um die Hälfte seiner Längenaxe gedreht, so wird der losgelassene Kopf sich strecken und mit dem Hinterhaupte dem Nacken nähern. In diesem Momente öffnet das Thier von selbst die Augen, die Pupillen erweitern sich, auch wenn sehr helles Tageslicht einfällt und die Nickhaut tritt zurück.

Auf diese Weise erzielte ich bei einem schwarzen Kaninchen, dessen rechte Pupille auf dem Schoosse vor der Drehung 7^{mm} gemessen, rasch hintereinander eine Verengerung von 4 und eine Erweiterung von 8^{mm} im Längsdurchmesser. Wiederholt mass ich bei jungen weissen Kaninchen vor der Drehung 4 bis 5^{mm} im Längsdurchmesser, auf der Höhe derselben 2 bis 3^{mm} und nach derselben 5 bis 6^{mm} in raschem Wechsel. Selbst bei einem durch venöse Blutentziehungen geschwächten Kaninchen mit erweiterten Pupillen glückte der Versuch.

Ich habe mich durch gewisse leicht zu errathende Modificationen überzeugt, dass das wesentlich verengernde Moment in dem Anpressen des Kopfes an den Hals besteht. Wodurch aber dieses wirke, kann ich nicht mit völliger Bestimmtheit angeben. Legt man sich an einem todten Kaninchen die äusseren Kehlvenen und die Karotiden etwas frei und drückt nun den Kopf gegen den Hals an, so sieht man, wie die Venen nach aussen weichen, die Karotiden aber von den wulstigen, abgerundeten Winkeln des Unterkiefers auf der leicht ausgehöhlten Vorderfläche der

Wirbelsäule zusammengedrückt werden. Allerdings haben die oben beschriebenen Erscheinungen eine grosse Aehnlichkeit mit denjenigen, welche die Hemmung des arteriellen Zuflusses zum Kopfe anfänglich erzeugt, und das Thier erscheint überdiess gleichzeitig wie etwas betäubt. Nach meinen Versuchen aber hat die Compression der Karotiden allein selten so bedeutende Erfolge, und es muss desshalb entweder auch eine Hemmung im Stromlaufe der Wirbelschlagadern stattfinden, deren Mechanismus ich nicht kenne, oder sie rühren wahrscheinlicher von einem gleichzeitigen Druck auf den Sympathicus her. — Druck auf den Kehlkopf oder die Luftröhre findet nicht oder doch unbeträchtlich statt. Das Thier athmet langsamer, aber ruhiger als zuvor, vermuthlich in Folge der Compression des Vagus. Druckversuche auf Kehlkopf oder Luftröhre veranlassen dagegen rasch gewaltsames Athemholen und heftige Bewegungen des Thieres.

Sei übrigens diese Erscheinung begründet, wie sie wolle, so lehrt sie jedenfalls, dass man sich beim Messen der Pupillen leicht Verstössen aussetzen könne, wenn man auf die Stellung des Kopfes keine Rücksicht nimmt. Eine zwischen Beugung und Streckung die Mitte haltende ist somit, namentlich in der Rückenlage des Kaninchens, die geeignetste, um Irrungen zu entgehen.

Ein zweites nothwendiges Erforderniss ist natürlich, vergleichende Messungen bei gleichem Lichte vorzunehmen. Meine Versuche fanden alle im Winter statt, meist bei trübem Wetter. Die Pupillenmaasse, die ich angebe, betreffen, wo es nicht ausdrücklich anders angegeben, immer nur ein Auge des auf dem Rücken befestigten Thieres, dasjenige, welches bei halbgestrecktem und auf der Seite fixirtem Kopfe dem Lichte ausgesetzt war.

Alles was die Thiere erschreckt, Geräusche, Erschütterungen u. dgl. veranlasst Auffahren derselben, Vorspringen der Augäpfel, Zucken der Lider, der Nickhaut und sehr gewöhnlich Erweiterung der Pupille. Namentlich bei blutarmen Thieren bedingen starke Herzbewegungen und sehr tiefe Athemzüge bedeutende Erweiterungen, wie in der Folge aus meinen Versuchen genauer hervorgehen wird. Somit muss bei Studien über Iris-Bewegung auch diesen Momenten alle Zeit gebührend Rechnung getragen werden.

Die Empfindlichkeit und Beweglichkeit der Iris zeigt sehr grosse individuelle Verschiedenheiten. Dasselbe gilt für alle empfindlichen und beweglichen Theile des Kopfes. Während bei manchen Thieren die dem Auge genäherten Zirkelspitzen Iris, Nickhaut und Lider sogleich in Thätig-

keit setzen, reagiren andere, besonders blutarme, und wie mir scheint, auch alte Thiere wenig oder gar nicht dagegen. Eine recht empfindliche Nickhaut kann genaue Messungen ganz unmöglich machen.

Es ist schlimm, dass man den Zirkel nicht auf den zu messenden Gegenstand selbst aufsetzen kann, sondern nur auf das davor befindliche gewölbte Glas, die Hornhaut, zumal da die Entfernung des Glases von dem Objecte wahrscheinlich einigem Wechsel unterworfen ist. Je nachdem der Untersuchende den Kopf verschieden neigt, je nachdem der Augapfel des Thieres sich dreht und zu dem Messenden anders stellt, je nachdem man die Zirkelspitzen der Hornhaut näher oder ferner hält, oder gar, namentlich an todten und matschen Augen, mehr oder weniger tief in dieselbe eindrückt, und endlich, je nachdem die Hornhaut durch Ab- und Zunahme der wässerigen Feuchtigkeit, vielleicht auch durch Muskelwirkung ihre Form ändert, können wir verschiedene Durchmesser von einem und demselben Pupillenstande erhalten. Beim todten Thiere lässt sich sogar der vertikale Durchmesser durch starkes Abziehen des oberen Augenlides nach aufwärts und des unteren nach abwärts beträchtlich verlängern.

Die Irisbewegungen in Folge veränderter Blutströmung setzen den Messungen noch eine besondere Schwierigkeit entgegen. Da nämlich die Störungen in der Circulation, bei den von mir angewandten Methoden wenigstens, in einer steten Zu- oder Abnahme begriffen sind, so ist sicherlich die Pupille in einem, wenn auch oft unmerklichen, entsprechenden Wechsel begriffen. Wir sind desshalb nie gewiss, ob wir auch wirklich die allerniedersten oder höchsten der erzielten Masse erhascht haben. Ganz unmöglich ist es, die Länge beider Durchmesser zu gleicher Zeit zu bestimmen, und somit wird der zuletzt aufgenommene immer etwas kleiner oder grösser ausfallen, als er in dem Augenblicke war, von welchem die Messung des andern datirt.

Alle Ergebnisse, welche durch Messungen mittelst des auf die Hornhaut aufgesetzten Zirkels erhalten werden, haben desshalb nur einen annähernden Werth. Auch bei vieler Uebung mögen leicht Irrungen von 0,5^{mm} bei Bestimmung der scheinbaren Durchmesser unterlaufen. Budge gibt in seinem neusten schönen Werke: „Ueber die Bewegung der Iris" wiederholt noch zweite und dritte Decimalstellen eines Millimeters an. Ich weiss nicht, welcher Methode er sich bedient hat, um so ausnehmend feine Resultate zu erzielen. Bei sehr geringen Unterschieden, welche rasch hintereinander zur Erscheinung kommen, dürfte meiner Ueberzeugung nach ein scharfes und geübtes Augenmass mehr Sicherheit gewähren, als der Zirkel. — Glücklicherweise handelt es sich bei den Haupt- und

Grundversuchen der vorliegenden Frage um so ansehnliche und rasch erfolgende Veränderungen im Betrage von 1 bis zu 4, ja 5^{mm}, dass kleine Verstösse hier gar nicht in Betracht kommen.

Von allen benützten Thieren habe ich nur zwei, eine Katze und ein Kaninchen, ätherisirt, da ich die Reinheit der Erfolge durch die Narkose zu beeinträchtigen fürchtete.

Ich ziehe vor, von einem Längs- und Querdurchmesser der Pupille des Kaninchens zu sprechen, statt von einem vertikalen und horizontalen, weil die Richtung der Durchmesser bei den Versuchen zuweilen so wechselt, dass der vertikale zum horizontalen wird und umgekehrt.

Versuche über abwechselnde Hemmung und Wiederherstellung des Stromlaufes in den Karotiden.

Ich habe 19 mal, 2 mal bei ausgewachsenen Katzen, 5 mal bei braunen und schwarzen und 12 mal bei weissen Kaninchen die beiden gemeinschaftlichen Karotiden in der untern Halsgegend einige Linien weit isolirt, und die Blutströmung abwechselnd gehemmt und wiederhergestellt. Bei den drei ersten Kaninchen bewerkstelligte ich diess dadurch, dass ich Fäden um die Arterien führte, und indem ich durch Anziehen der vier Enden eine Einschnürung bewirkte, dem Blute den ferneren Durchtritt verwehrte. Liess ich mit dem Anziehen nach, so war die Strömung augenblicklich wieder im Gange. Nur in einem Falle ergaben sich schöne Erfolge, in den beiden andern sehr geringe. Die Zerrung zu vermeiden, welcher der Sympathicus hiebei ausgesetzt sein könnte, habe ich in allen späteren Fällen die sorgfältig rein präparirten Arterien mittelst zweier Pincetten der wiederholten vorübergehenden Compression auf untergeschobenen Gutta-Percha-Plättchen unterworfen.

Es zeigten sich an den beiden Katzen, an drei schwarzen und zwei weissen Kaninchen gar keine Bewegungserscheinungen. Bei den 12 übrigen Kaninchen waren solche zu erzielen, und zwar im Allgemeinen folgende:

A. Bei Hemmung des Stromlaufes.

1) *Zurücktreten des Augapfels in die Augenhöhle.*
2) *Verengerung der Augenlidspalte.*
3) *Verengerung der Pupille.*
4) *Eine Drehung des Augapfels, wodurch die Pupille etwas mehr nach innen gestellt wurde.*
5) *Vortreten der Nickhaut.*

Die Schleimhäute des Auges und der Nase wurden blässer, dessgleichen die Iris. Der Augengrund wurde nie bleich. Allgemeine Zuckungen traten nie ein, dagegen schienen die Thiere zuweilen momentan etwas betäubt.

B. Bei Wiederherstellung desselben.

1) *Vortreten des Augapfels aus der Augenhöhle.*
2) *Erweiterung der Lidspalte.*
3) *Erweiterung der Pupille.*
4) *Eine Drehung des Augapfels, wodurch die Pupille wieder mehr in die Mitte zwischen die beiden Augenwtnkel zu stehen kam.*

Die Schleimhäute und die Iris wurden auf's Neue roth. Nie sah ich, wenn nicht mit Zirkelspitzen das Auge gereizt worden war, eine stärkere Thränenabsonderung eintreten.

Diese Erscheinungen waren aber nur bei fünf weissen Kaninchen in ihrer Gesammtheit und hinreichend ausgesprochen wahrzunehmen. Sieben andere zeigten nur einzelne derselben ausgeprägt und bei öfters wiederholter Einwirkung regelmässig wiederkehrend.

Am häufigsten wurde das Zurück- und Vortreten des Augapfels beobachtet. Das letzte war fast immer auffälliger, als das erste, und erreichte bisweilen einen solchen Grad, dass die Sklerotika in ziemlichem Umfange sichtbar wurde. Wenn der Augapfel vorquoll, fehlte auch die Erweiterung der Lidspalte nicht, welche bei etlichen Thieren 4—6^{mm} in der Mitte der Spalte betrug. Das Vortreten des Augapfels mit Erweiterung der Lidspalte war in 11 Fällen deutlich zu erkennen, während das Zurücktreten und die Verengerung nur in 9 Fällen zweifellos zu erheben war. Seltsamer Weise zeigte sich an einem Thiere bei jedesmaliger Compression ein Zusammenkneifen der Augenlider, wo bei wiederhergestellter Strömung nicht das geringste Vortreten des Augapfels noch irgend eine Erweiterung der Lidspalte bemerkt werden konnte. Wiederholt versuchten sich die Augenlider, wenn ich sie mit zwei Fingern offen hielt, beim Eintritte der Compression denselben zu entziehen, und diese vergeblichen Schliessversuche steigerten sich selbst zu krampfhaften Zuckungen.

Die Verengerung der Pupille beim Hemmen der Strömung war seltener und weniger ausgeprägt, als die Erweiterung bei der Wiederherstellung. Jene war nur bei sechs, diese bei acht Thieren zu beobachten. Beispielshalber führe ich eine Anzahl möglichst sorgfältiger Pupillenmessungen an, welche ich bei zwei kräftigen weissen Kaninchen angestellt habe.

Erstes Kaninchen.

Die Pupille mass vor Anstellung der Compressions-Versuche 4^{mm} Längsdurchmesser und 3,5 Querdurchmesser. Die drei ersten, wo störende Einflüsse die Ergebnisse trübten, wurden nicht aufgezeichnet.

Vierter Versuch:

Vor der Compression	4,0^{mm}	Längsdurchmesser,	3,5^{mm}	Querdurchmesser.
Während derselben	4,0 „	„	3,5 „	„
Nach derselben	4,8 „	„	3,9 „	„

Fünfter Versuch:

Vor der Compression	5,0 „	„	4,2 „	„
Während derselben	3,6 „	„	3,1 „	„
Nach derselben	5,2 „	„	4,9 „	„

Sechster Versuch:

Vor der Compression	4,5 „	„	4,0 „	„
Während derselben	4,0 „	„	3,4 „	„
Nach derselben	5,0 „	„	4,5 „	„

Siebenter Versuch:

Vor der Compression	4,8 „	„	3,8 „	„
Während derselben	4,0 „	„	3,5 „	„
Nach derselben	5,2 „	„		

Diese vier Mesungen wurden am rechten, die folgenden am linken Auge gemacht, alle bei demselben Lichte.

Achter Versuch:

Vor der Compression	4,0^{mm}	Längsdurchmesser,	3,4^{mm}	Querdurchmesser.
Während derselben	3,5 „	„		

Neunter Versuch:

Vor der Compression	3,8 „	„	3,4 „	„
Während derselben	3,0 „	„	2,8 „	„
Nach derselben	5,0 „	„	4,0 „	„

Zehnter Versuch:

Vor der Compression	4,0 „	„	3,5 „	„
Während derselben	3,5 „	„	3,0 „	„
Nach derselben	4,0 „	„	3,5 „	„

Eilfter Versuch:

Vor der Compression	4 mm	Längsdurchmesser,	3,5 mm	Querdurchmesser.
Während derselben	3 „	„		
Nach derselben	5 „	„		

Zwölfter Versuch:

Vor der Compression	4 „	„	3,5 „	„
Während derselben	3,2 „	„	2,8 „	„
Nach derselben	5 „	„	4 „	„

Dreizehnter Versuch:

Vor der Compression	4 „	„
Während derselben	3,2 „	„
Nach derselben	5 „	„

Vierzehnter Versuch:

Vor der Compression	4,5 „	„
Während derselben	3,5 „	„
Nach derselben	5 „	„

Die Versuche wurden nun etwas modificirt. Zuerst wurde comprimirt, dann rasch nachgelassen, und wenn dadurch ansehnliche Erweiterung erzielt worden, rasch wieder comprimirt.

Fünfzehnter Versuch:

Während der ersten	Compression	3,5 mm	Längsdurchmesser.
Nach aufgehobener	„	5,0 „	„
Während der zweiten	„	3,5 „	„

Sechzehnter Versuch:

Während der ersten	„	3,5 „	„
Nach aufgehobener	„	4,5 „	„
Während der zweiten	„	4,0 „	„

Siebenzehnter Versuch:

Während der ersten	„	3,5 „	„
Nach aufgehobener	„	5,0 „	„
Während der zweiten	„	3,5 „	„

In zwei ähnlichen Versuchen wurden nur die Querdurchmesser aufgenommen.

Achtzehnter Versuch:

Während der ersten Compression	3 mm	Querdurchmesser.
Nach aufgehobener „	4 „	„
Während der zweiten „	3 „	„

Neunzehnter Versuch:

Während der ersten „	3,2 „	„
Nach aufgehobener „	4,5 „	„
Während der zweiten „	3,5 „	„

Zweites Kaninchen.

Erster Versuch:

Vor der Compression	4,2 mm	Längsdurchmesser.
Während derselben	3,5 „	„
Nach derselben	4,5 „	„

Zweiter Versuch:

Vor der Compression	4,5 „	„
Während derselben	3,0 „	„
Nach derselben	5,0 „	„

Dritter Versuch:

Vor der Compression	4,5 „	„
Während derselben	3,5 „	„
Nach derselben	5,0 „	„

Vierter Versuch:

Vor der Compression	4,3 „	„
Während derselben	3,5 „	„
Nach derselben	5,0 „	„

Fünfter Versuch:

Vor der Compression	4,2 „	„
Während derselben	3,2 „	„
Nach derselben	4,5 „	„

Die Verengerung erfolgte in allen Fällen immer sehr rasch, liess aber häufig, trotz der Fortdauer der Compression, wahrscheinlich in Folge verstärkter Collateralzufuhr, in wenigen Sekunden wieder mehr oder minder,

nach. Die Erweiterung erreichte ihren höchsten Grad etwas langsamer, ging auch langsamer rückwärts.

Die Nickhautbewegungen waren nur bei fünf, die Rollungen des Augapfels nur bei drei Thieren ausgesprochen.

Versuche über abwechselnde Hemmung und Wiederherstellung des Stromlaufes im Truncus anonymus des Kaninchens nach vorausgegangener Unterbindung der linken Arteria subclavia an ihrem Ursprunge.

I. Operationsverfahren.

Um beide Karotiden und Schlüsselbeinschlagadern beim Kaninchen an ihrem Ursprunge bloss zu legen, bediene ich mich folgender Methode:

Ich hebe die Haut über der Spitze des Brustbeins in eine starke Querfalte auf und schneide sie mit Einem kräftigen Zuge so durch, dass der Schnitt in der Mittellinie der Körpers über den unteren Theil des Halses und den oberen des Brustbeins herabläuft. Die Fascie wird in derselben Richtung durchschnitten und etwas nach den Seiten zu abgelöst. Nun trenne ich zuerst die Kopfnicker vollständig von der Spitze des Brustbeins ab, und dann die grossen Brustmuskeln bis zur Verbindungsstelle des Knochens mit den beiden ersten Rippen, fasse ihn hierauf nahe seinem Ende mit einer Pincette, ziehe ihn stark gegen mich, setze ein Messer mit abwärts gekehrter Schneide hart hinter ihm an, und führe es bis zur Einfügungsstelle der ersten Rippen. Ist die Brustbeinspitze so weit isolirt, so kann sie mit einer Scheere abgezwickt werden.

Nunmehr werden die Zungenbein-Brustbein-Muskeln mit der Pincette gefasst, in die Höhe gezogen, ganz durchschnitten, und in hinreichendem Umfange weggenommen. Dasselbe geschieht mit den inneren Rändern der *Musculi thyreohyodei.* Jetzt gilt es nur noch die Arterien aus dem Bindegewebe und Fett, worin sie versteckt liegen, herauszupräpariren. Dabei ist die wichtigste Regel, sich immer wohl in der Mitte zu halten, in dem Raume, welchen zuvor die Zungenbein-Brustbein-Muskeln bedeckt hatten. Kömmt man zuweit nach aussen, so gefährdet man die *Nervi vagi*, die äusseren Jugularvenen und die *Venae anonymae.* Eine zweite Regel ist die, immer nur sehr kleine Stückchen Zellgewebe wegzuschneiden und es nicht zu weit von unten herauf zu ziehen, indem dadurch leicht Verletzungen des Herzbeutels oder des Brustfells veranlasst werden.

Man thut gut, zuerst den *Truncus anonymus* zu isoliren und durch eine hinter ihm durchgezogene Schnur etwas abziehbar zu machen, ehe

man die linke *Subclavia* aufsucht. Der *Truncus anonymus* zeigt viele individuelle Verschiedenheiten. Insbesondere wechselt die Höhe der Stelle, wo die *Subclavia dextra* abgeht. In den meisten Fällen geht sie hoch genug ab, um das Durchführen eines Fadens hinter dem *Truncus anonymus* selbst zu erlauben. Dies gelingt durchschnittlich ohne besondere Schwierigkeit, und niemals verletzte ich hiebei einen wichtigen Nerven oder ein Gefäss von Bedeutung. Nie zeigte sich die rechte Pupille darnach enger oder minder beweglich als zuvor. Einmal aber ging die rechte *Subclavia* so nahe am Aortabogen ab, dass ich sie mit einem besondern Faden umging und sogleich unterband. Auch hierbei erlitt die Pupille keine Veränderung.

Schwierig dagegen ist das Isoliren der linken *Subclavia*, ihrer sehr tiefen Lage wegen. Zur Orientirung dienen der linke *Vagus*, an dessen innerer, und die linke *Carotis*, an deren äusserer Seite man vorsichtig nach unten und hinten vorzugehen hat. Mit Geduld werden Fett- und Zellgewebe Stückchen für Stückchen so lange weggenommen, bis die schräg von rechts und unten nach links und oben herübersteigende weissliche Gefässröhre zum Vorscheine kommt. Wenn ich so weit vorgerückt war, fasste ich sie mit einer Pincette, zog sie etwas gegen mich, und führte mittelst einer dem Kaliber dieser kleinen Gefässe entsprechenden Unterbindungsnadel einen Faden hinter ihr durch, so nahe als möglich dem Bogen der *Aorta*. Den Faden knüpfte ich alsdann zu. Gar leicht geschieht es hier, dass Zweige des *Sympathicus* verletzt oder unterbunden werden, wodurch eine mehr oder weniger ansehnliche Verengerung der linken Pupille hervorgerufen werden kann. Dieses Missgeschick hemmt indessen den Erfolg des Experimentes nicht wesentlich. Denn erstlich bleibt uns die rechte Pupille, um die Erscheinungen an der Iris in ihrer vollen Schönheit zu sehen, und zweitens fehlen sie auch an der linken Seite keineswegs, nur sind sie hier nicht in solcher Stärke zugegen, wie an der rechten.

Hat man dem Thiere einige Erholung gegönnt, so beginnt man die Compressionsversuche. Da man im voraus nicht wissen kann, wie empfindlich es gegen solche Eingriffe ist, so versuche man zuerst, den *Truncus anonymus* mit der Fadenschlinge gradweise einzuschnüren, um zu erfahren, wie es die Vorenthaltung des arteriellen Blutes ertrage. Denn während bei manchem Kaninchen noch ein Minimum zuströmenden Blutes genügt, das Eintreten besonderer Bewegungs-Erscheinungen zu verhindern, und diese auch bei völliger Abschliessung nur allmählig erfolgen, werden andere gleich im Beginne der arteriellen Anämie so rasch von den heftigsten Convulsionen befallen, dass man kaum Zeit bekömmt, die comprimirende

Pincette zu entfernen, wodurch sehr leicht zu Zerreissungen der Gefässe und tödtlichen Blutungen Veranlassung gegeben wird. Hat man sich also mit dem Operirten in dieser Beziehung vertraut gemacht, so schreitet man bei minder reizbaren Thieren zur Compression mittelst der Pincette, welche man am sichersten und vollkommensten ausübt, wenn man sich den *Truncus anonymus* zuvor an der Fadenschlinge etwas hervor und in den Bereich derselben zieht. Zerrungen oder Quetschungen des *Nervus vagus* oder *sympathicus* finden dabei keine statt. Bei sehr reizbaren Thieren ist es dagegen gerathen, auch die rechte *Subclavia* und die linke *Karotis* zu unterbinden, und die rechte *Karotis* allein etwas höher oben, wo man die Pincette mehr in seiner Gewalt hat, zu comprimiren, oder mit der Fadenschlinge einzuschnüren. Dieses Verfahren ergab mir in einem Falle vollkommen genügende Resultate.

Die Operation gelang am leichtesten an Thieren, welche jung und nicht sehr blutreich noch fett waren. Die Blutung ist selten beträchtlich, aber auch beträchtliche Blutverluste hindern den Erfolg nicht. Die Blutung aus den feinen Arterien seitlich am Brustbeine stillt Fingerdruck, wodurch der Brustkorb an diesen Stellen etwas zusammengepresst wird, die aus kleinen Venenzweigen kaltes Wasser, oder sie steht von selbst.

Von zehn Operationen glückten mir acht, zwei nicht. — Einem hatte ich die rechte Pleurahöhle geöffnet, worauf ich es sogleich tödtete. Eines starb an Verblutung bei dem zu frühzeitigen Versuche, die Unterbindungsnadel um die unzureichend frei präparirte linke *Subclavia* zu führen. — Von den achten aber, bei welchen die Operation gelungen, starben zwei in Folge der ersten Compressions-Versuche. Heftige Convulsionen überfielen die Thiere, ehe es gelang, die Pincette zu öffnen und zu entfernen. Die Gefässwände rissen und Blutungen endeten rasch ihr Leben. Sechs endlich liessen sich zu zahlreichen Compressionsversuchen verwenden und gaben die Erfolge, welche ich im nächsten Abschnitte mittheilen werde.

II. Ergebnisse.

A. Ergebnisse der Compression.

Sobald der Zufluss des arteriellen Blutes abgeschnitten wird, beginnen die Schleimhäute des Auges, der Nase, des Mundes, die Zunge und das Ohr sofort zu erbleichen. Das grosse Kranzgefäss der Iris verliert allmählig sein Blut, der Augengrund erbleicht und wird zuletzt ganz blass. Das Ohr wird welk und die Zunge verliert an Umfang. Die grossen Venen am Halse, welche ich mir zweimal zur Beobachtung blosslegte,

sowie die an den Ohren werden immer kleiner, und endlich ganz blutleer. Es treten zahlreiche Bewegungserscheinungen an allen Theilen des Kopfes und dem Kopfe selbst ein, welche im Ganzen mit einer auffallenden Regelmässigkeit bei jedem Compressionsversuche wiederkehren. Einige derselben versäumen nie sich einzustellen, andere sind minder zuverlässig, und bei allen finden individuelle Verschiedenheiten hinsichtlich der Zeit ihres Auftretens, der Dauer ihres Bestehens und ihrer Stärke statt.

Merkwürdigerweise gestalten sich die Bewegungen verschieden nach der Dauer der Compression. Anfangs erfolgen solche, welche einer vermehrten Erregung des Gehirnes zugeschrieben werden, und in dieser Periode erweisen sich auch die Bindehaut und die Lider des Auges gegen berührende Zirkelspitzen sehr empfindlich. Allmälig aber nehmen sie den entgegengesetzten Charakter an, bieten die Erscheinungen der Gehirnlähmung, Bindehaut und Augenlider werden empfindungslos, und gleichzeitig erfolgen Bewegungen, welche von der Thätigkeit des Rückenmarkes und der sympathischen Nerven abhängig sind. In diesem Zeitraum erfolgt der Tod unter heftigen Convulsionen, wenn das Gehirn nicht schleunigst wieder mit Blut versorgt wird.

Von den Erscheinungen der ersten Periode sind es namentlich die an der Iris und den Augenlidern, welche bei allen Versuchen ausgezeichnet schön wiedergekehrt sind. Die an den andern beweglichen Theilen kamen vorzugsweise bei den jüngsten Thieren zur Beobachtung, zeigten aber auch hier sich nicht immer gleich deutlich, und wurden zuweilen ganz vermisst.

Die Erscheinungen der zweiten Periode sind dagegen an allen beweglichen Theilen fast immer zu erzielen, wenn die Compression lange genug fortgesetzt wird (15 bis 30 Secunden in den meisten Fällen), und falls nicht etwa eintretende Convulsionen das genauere Studium stören.

Ich will nun die Bewegungen, welche erzielt wurden, im Einzelnen beschreiben.

1. Bewegungen am Auge.

a. Sobald die Strömung des arteriellen Blutes zum Kopfe unterbrochen wurde, trat der Augapfel merklich in die Augenhöhle zurück, die Augenlidspalte schloss oder verengte sich beträchtlich, und die Iris zog sich ausserordentlich enge zusammen. Diese Erscheinungen fehlten nie.

Die Nickhaut trat bei vier jungen Thieren aus dem innern Augenwinkel hervor, bei zwei alten nicht.

Der Augapfel machte bei drei jungen Thieren eine Bewegung nach innen, wodurch die Pupillen näher gegen einander rückten. Bei den andern erfolgten in der ersten Periode gar keine Bewegungen, oder wenigstens keine regelmässig und in ausgesprochener Richtung wiederkehrenden.

Von diesen Erscheinungen will ich denen an der Pupille noch einige Worte besonders widmen. Die Verengerung ging immer unter dasjenige Maass herab, welches sie vor dem Versuche, in der Rückenlage des Thieres dem Lichte ausgesetzt, eingenommen hatte. Hielt ich sogar die Augen der Thiere gewaltsam offen, bis die Pupillen die niedersten Längsdurchmesser von 2,5 bis 3^{mm} bei jungen, und 3,5 bis 4^{mm} bei älteren Thieren erreicht hatten, und comprimirte ich jetzt, so erzielte ich noch weitere Verringerungen bis zu 1,5 oder 2^{mm} bei jenen, und 2 bis 2,5 bei diesen. Auffallender war das Schauspiel natürlich, wenn weite Pupillen, nachdem sie einige Zeit lang constant 5 bis 6^{mm} Längsdurchmesser behauptet, plötzlich in Folge der Vorenthaltung des Blutes sich verengten, und rasch auf 2—2,5^{mm} zurückgeführt wurden. Diese Bewegung erfolgte bei den jungen Thieren namentlich sehr schnell, zuweilen in einer halben bis ganzen Secunde, meist etwas langsamer, während sie bei einem alten männlichen Kaninchen auffallend träge von Statten ging.

b. Einige Zeit (8—15—20 Secunden in mehreren Fällen) nach bewirkter Hemmung des arteriellen Stromlaufes öffnete oder erweiterte sich allmälig wieder die Lidspalte, und die Erweiterung erreichte, wenn die Compression bis zum Tode fortgesetzt wurde, im Sterben ihren grössten Ausdruck.

Der Augapfel trat dem Anscheine nach wieder etwas aus der Augenhöhle hervor, doch war ich dessen nicht ganz sicher, da vielleicht die gleichzeitige Rollung desselben nach aussen und oben zu Täuschung verleitete. Diese Rollung, welche in allen Fällen regelmässig wiederkehrte, erfolgte zuweilen erst, nachdem zuvor noch einige Schwankungen in dieser und der entgegengesetzten Richtung stattgefunden hatten. Gewöhnlich dann, wenn die Pupille dadurch so zu stehen gekommen war, dass sie sich im äusseren oberen Viertheile der Lidspalte befand, näher dem äusseren, als dem innern Augenwinkel, traten allgemeine Zuckungen ein, zuweilen auch schon früher.

Die Pupille erweiterte sich. Bei zwei Thieren trat die Erweiterung gleichzeitig mit den Convulsionen ein, sobald jene im äussern

Theile der Lidspalte angekommen war, bei vier andern schon vorher, und zwar begann sie entweder sogleich mit dem Eintritte der Rollung des Augapfels nach aussen oder doch kurz nachher. Vor dem Erscheinen der Convulsionen meist wenig, 0,5 bis 1,5^{mm} auf den Längsdurchmesser, und nur bei einem Thiere 2^{mm} auf den Längsdurchmesser betragend, wuchs sie während derselben ausserordentlich rasch und mächtig an, bis sie im Sterben die Weite von 8 bis 10^{mm} in allen Durchmessern erreicht, und die Iris sich auf einen Saum von 1,5 bis 2^{mm} Durchmesser verkürzt hatte.

Die Nickhaut sank in den innern Augenwinkel zurück, falls sie zuvor über der Hornhaut gelagert war.

2. *Bewegungen am Ohre.*

Hiervon sind mehrere Arten zu unterscheiden. Erstlich kann sich die Ohrmuschel verengern oder erweitern. Zweitens kann das Ohr nach vorn oder hinten gerichtet werden. Drittens wird es aufrecht gestellt oder es sinkt herab.

In der ersten Periode sah ich bei drei jungen Thieren, bei zweien namentlich sehr deutlich, die Ohrmuscheln sich verengern; bei den andern erfolgten keine Aenderungen in den Durchmessern. In der zweiten erweiterten sie sich bei allen, entweder gleichzeitig mit dem Auswärtsrollen des Augapfels oder später, und dies verkündete baldigen Eintritt von Convulsionen.

In der ersten Periode sah ich bei zwei jungen Kaninchen die Ohren bei wiederholten Compressionsversuchen sich jedesmal nach hinten, bei einem andern jungen sich wiederholt nach vorn bewegen, während in der zweiten Periode die entgegengesetzten Wege eingeschlagen wurden. Bei den übrigen Thieren folgten die Ohren höchstens den Bewegungen des Kopfes.

In der ersten Periode hielt das Thier die Ohren aufrecht, in der zweiten liess es sie niedersinken.

3. *Bewegungen an der Nase.*

Absehend von den Athembewegungen habe ich hier nur die mittlere Weite der Nasenlöcher im Auge.

In der ersten Periode wurden sie zweimal bei jungen Kaninchen enger, während die andern Thiere nichts Besonderes erkennen liessen. In der zweiten wurden sie regelmässig weiter, falls nur die Compression lange genug, nöthigenfalls bis zum Eintreten der Convulsionen, fortgesetzt worden war.

4. *Bewegungen der Barthaare.*

In der ersten Periode machten dieselben bei zwei jungen Thieren zuckende Bewegungen nach vorn, bei den andern war nichts Auffallendes wahrzunehmen.

In der zweiten Periode sanken sie bei allen zurück.

5. *Bewegungen des Mundes.*

Bei einem eben ausgewachsenen Thiere, welches die Lippenspalte schon vor der Operation immer etwas offen gehalten, sah ich dieselbe wiederholt gleich nach der Operation sich verengen, später aber allmälig eine grössere Weite einnehmen als zuvor. — Die andern Thiere hielten alle den Mund sowohl vor als nach der Compression geschlossen, und erst im Tode öffnete er sich zuweilen.

6. *Bewegungen der Zunge.*

Bei zwei Thieren liess ich die Kiefer gewaltsam von einander entfernt halten. Sie streckten hierauf die Zunge von selbst oder auf Betupfen mit Essigsäure vor der Compression und gleich nach derselben wiederholt hervor, was in der spätern Periode nicht mehr erfolgte.

7. *Bewegungen des Unterkiefers.*

Bei eben erwähntem Verfahren sucht das Thier vor und zu Anfang der Compression den Unterkiefer mit grosser Gewalt gegen den Oberkiefer anzuziehen, während er späterhin erlahmt scheint. Bei einem sterbenden Thiere sah ich ihn convulsivisch sehr weit abgezogen werden.

8. *Bewegungen des Kopfes.*

Bei zwei jungen Thieren wurde er wiederholt rasch nach der Compression vorwärts bewegt, in der zweiten Periode dagegen bei vier Thieren nach hinten gegen den Nacken angezogen, wobei er zugleich mehr nach einer Seite sank, während zwei andere das Haupt ohne diese Streckbewegung gerade vornüber und etwas auf die Seite fallen liessen.

B. Ergebnisse bei Wiederherstellung der arteriellen Blutströmung.

Die Schleimhäute, die Zunge und das Ohr färben sich nicht nur wieder, sondern werden sogar noch röther als zuvor. Das grosse Kranz-

gefäss der Iris füllt sich aufs neue mit Blut. Der Augengrund erhält eine prachtvolle Rubinfarbe. Ohren und Zunge erreichen nicht allein ihren alten Umfang, sondern nehmen selbst an Dicke noch zu. Die Venen am Halse und an den Ohren füllen sich bald wieder ansehnlich.

Die gesättigte Röthe, die stärkere Injection und die Turgescenz der Theile, die namentlich am Ohre so auffallend ist, kehren aber allmälig zu den normalen Verhältnissen zurück. —

Die Bewegungen, welche erfolgen, sind im Ganzen noch viel augenfälliger, als die in Folge der Compression. Sie treten sogleich nach wiederhergestelltem Stromlaufe ein, erreichen binnen einiger Secunden (5 bis 10 und drüber) ihren stärksten Ausdruck, worauf die beweglichen Theile in etlichen weitern Secunden wieder in diejenigen Stellungs- oder Spannungs-Verhältnisse zurückkehren, welche sie vor der Compression besessen haben.

1. *Bewegungen am Auge.*

In allen Fällen trat der Augapfel aus der Augenhöhle hervor, die Lidspalte und die Pupillen erweiterten sich, und falls die vorausgehende Compression nur hinreichend lang genug gedauert hatte, immer in ausgezeichneter Weise.

Der Augäpfel kam soweit aus der Augenhöhle hervor, dass die *Sclerotica* in grossem Umfange sichtbar wurde und die Lidspalte in der Mitte ihren grösstmöglichen Durchmesser erreichte.

Die Pupille erweiterte sich von 1,5 bis 3^{mm} Längsdurchmesser und 1 bis $2{,}5^{mm}$ Querdurchmesser auf 5 bis 7, ja 8^{mm} Längsdurchmesser und 4,5 bis 6^{mm} Querdurchmesser und darüber. Das Schauspiel der Erweiterung war um so glänzender, weil der Augengrund gleichzeitig die erwähnte prachtvolle Rubinfarbe annahm. — Bei einem eben ausgewachsenen Kaninchen ist es mir geglückt, nachdem die Pupille sich bei fortgesetzter Compression unter heftigen Convulsionen bis auf 8^{mm} erweitert hatte, nochmals die Strömung zum Kopfe herzustellen. Die Convulsionen liessen alsbald nach, das Thier kam zu sich, der Augengrund röthete sich wieder, und die Pupille erweiterte sich noch bis auf 10^{mm}, worauf sie allmählig wieder zu geringerem Umfange zurückkehrte. Als sie 5^{mm} Längsdurchmesser erreicht, comprimirte ich abermals, bis Convulsionen eintraten, und die Pupille bei einem Irissaume von 2^{mm} Breite auf 10^{mm} in allen Durchmessern sich erweitert hatte. Als ich in diesem Zeitraume die Strömung wieder herstellte, erfolgte keine Veränderung mehr; das Thier wurde nicht mehr ins Leben zurückgebracht.

Wurde die Blutströmung in der ersten Periode der Stromhemmung, so lange die Pupille dem inneren Augenwinkel näher stund, wieder hergestellt, so konnte ich nie eine bestimmt ausgeprägte Richtung an den Rollungen des Augapfels ermitteln. Geschah es aber in einem späteren Zeitraume, wo die Pupille bereits dem äusseren Augenwinkel zugedreht worden, so erfolgten regelmässig Rollbewegungen des Augapfels von hinten, aussen und oben nach vorn, innen und unten. Dieselben erfolgten nur bei dem alten männlichen Kaninchen, dessen ich oben gedacht, langsam und allmälig, bei allen andern, namentlich den jüngeren sehr rasch und in wiederholten stossweisen Absätzen. Während so der Augapfel gewissermassen in zuckenden Stössen dem innern Augenwinkel zustrebte, machte die Nickhaut bei drei jungen Thieren ähnliche zuckende Bewegungen, aber in der entgegengesetzten Richtung von innen nach aussen. Dieses Hervortreten der Nickhaut erfolgte bei den andern gar nicht, oder doch nur sehr träge. Bei jenen dreien kam sie um so stärker hervor, je mehr und mehr sich der Augapfel wieder in die Augenhöhle zurückzog, bis sie endlich einen Theil desselben bedeckend, vorn ruhig stehen blieb.

2. *Bewegungen am Ohre.*

Beim Einströmen des Blutes erweiterte sich die Ohrmuschel regelmässig, und meistentheils sehr bedeutend, selbst wenn die Erweiterung in der zweiten Periode der Stromhemmung schon sehr ansehnlich geworden war.

War das Ohr zuvor herabgesunken, so erhob es sich wieder, wobei es sich in drei Fällen gleichzeitig nach hinten gegen den Nacken stellte, und erst bei Abnahme der Turgescenz wieder mehr nach vorn rückte.

3. *Bewegungen der Nase.*

Bei drei Kaninchen erweiterten, bei zwei verengten sich die Nasenlöcher zweifellos.

4. *Bewegungen der Barthaare.*

Waren sie zuvor nach hinten gesunken, so richteten sie sich jetzt wieder nach vorn empor. Bei einem jungen Thiere geschah dies mit solcher Kraft, dass die Spitzen der beiderseitigen Haare über der Nase zusammenstiessen.

5. *Bewegungen des Mundes.*

Bei dem einen oben *sub a.* 5. erwähnten Thiere erweiterte sich die Mundspalte, insbesondere entfernte sich die Unterlippe sehr deutlich von den Zähnen des Unterkiefers.

6. *Bewegungen der Zunge.*

Sobald Blut einströmte, streckten die Thiere, denen die Kieferspalte gewaltsam offen gehalten wurde, die Zunge aufs Neue wiederholt hervor.

7. *Bewegungen des Kopfes.*

Der Kopf bewegte sich bei Allen vornüber.

Einigemale, wo das Thier mit der Hand unter den Vorderbeinen gefasst und aufrecht gehalten worden war, geschah dies mit solcher Stärke, dass es den Anschein hatte, als ob der Kopf von einer sehr gewichtigen Last auf den Tisch hernieder gezogen würde.

Es sei hier schliesslich bemerkt, dass nur bei der angegebenen Haltung des Thieres viele der beschriebenen Bewegungen vors Auge des Beobachters treten, oder doch viel schöner sich zeigen, als wenn es andauernd auf dem Brette befestigt den Compressions-Versuchen unterworfen wird.

Nie erschien die Thränensecretion vermehrt, mit Ausnahme eines Falles, wo es mir aber sehr zweifelhaft blieb, ob man die Ursache in der arteriellen Congestion suchen dürfe, da vielleicht der Dunst nahen Essigs eingewirkt haben konnte.

Das Dasein einer rein arteriellen Congestion, einer vorübergehend verstärkten Zufuhr des arteriellen Blutes glaube ich aus der auffallend vermehrten Injection und Anschwellung der Theile mit Bestimmtheit ableiten zu dürfen.

Versuche über arterielle Blutentziehungen am Halse.

Bei zwei weissen Kaninchen, welchen ich den *Truncus anonymus* anschnitt, erfolgte der Tod binnen wenigen Secunden unter heftigen Zuckungen mit Rückwärtsstreckung des Kopfes, Pupillenerweiterung auf 9^{mm} in allen Durchmessern, ohne dass eine Verengerung vorausgegangen wäre, mit Rollen des Augapfels nach aussen und oben, Zurücktreten der Nickhaut, Sinken der Ohren und Barthaare, und Erweiterung der Ohrmuscheln.

Bei einer stark ätherisirten Katze, welcher ich beide Karotiden auf einmal durchgeschnitten, trat der Tod gleichfalls äusserst rasch unter heftigen Convulsionen mit ausserordentlicher Erweiterung der Pupille ein, ohne dass sich zuvor eine Verengerung gezeigt hätte.

Bei einem ausgewachsenen weissen weiblichen Kaninchen durchschnitt ich nur eine Karotis. Sehr bald hernach verengte sich die Pupille von 4^{mm} Längsdurchmesser auf 2^{mm}. Erst mit dem Eintritt der Convulsionen wechselte diese auffällige Verengerung plötzlich mit einer Erweiterung, welche rasch auf 9,5^{mm} anstieg, womit der Tod erfolgte.

Einem schwarzen weiblichen Kaninchen brachte ich eine sehr feine Oeffnung in der rechten Karotis an, woraus ein äusserst dünner Strahl Blutes hervorspritzte. Die Pupille mass zuvor in der Rückenlage des Thieres und dem Tageslichte ausgesetzt, 6,5^{mm} Längsdurchmesser und 5,5^{mm} Querdurchmesser. Nach 3 Minuten mass sie 6^{mm} Längsdurchmesser und 5^{mm} Querdurchmesser. Das Thier hielt die Augen fester geschlossen, die Nickhaut war mehr hervorgetreten, Nasenlöcher und Ohrmuscheln erschienen enger, die Augenlider etwas bleicher. Nach 6 Minuten stand die Blutung. Nun machte ich einen tüchtigen Schnitt in die Karotis. Die Pupille verengte sich rasch bis auf 1,5^{mm} Längsdurchmesser und der Augapfel begann sich sogleich nach aussen und oben zu rollen, so dass die Pupille dem äusseren Augenwinkel zugedreht wurde. Damit erweiterten sich zugleich Nasenlöcher, Lippenspalte und Ohrmuscheln, es stellten sich zwei Minuten nach dem letzten Einschnitte auch Convulsionen ein, und die Pupille erweiterte sich jetzt auf 9^{mm} in allen Durchmessern, womit der Tod erfolgte. Im Sterben wurde der Unterkiefer ausserordentlich stark vom Oberkiefer abgezogen.

Bei einer Katze und drei Kaninchen, zwei schwarzen und einem braunen, von welchen eines ätherisirt worden, schnitt ich eine Karotis an, nachdem ich sie weiter unten zuvor unterbunden hatte. Bei allen diesen Thieren verengten sich die Pupillen nach einigen Minuten, wenn der Blutverlust eine ansehnliche Höhe erreicht hatte, um den Betrag von 1,5 bis 2^{mm} und mehr im Längsdurchmesser. Sie wurden sodann zu Einspritzungs-Versuchen benützt.

Einem grossen, fetten, schwarzen Kaninchen wurde die rechte Karotis angeschnitten, und ich liess das Blut so lange hervorspritzen, bis das Thier bleicher geworden und ziemlich zusammengefallen war. Dann unterband ich und stillte die Blutung. Vor dem Anschneiden hatte die rechte, dem Lichte ausgesetzte Pupille bei wiederholten Messungen 6,5^{mm} im Längsdurchmesser gezeigt, nach demselben hatte sie nur 4,5^{mm} im Längsdurch-

messer; die des linken, dem Lichte nicht ausgesetzten Auges mass dagegen 6,5mm.

Als ich das Thier mit der Hand unter den Vorderbeinen ergriff und aufrecht hielt, machte es ängstliche, heftige Bewegungen, worauf die rechte Pupille sich bis zu 7mm erweiterte.

Ich legte es neuerdings zurück und diese Pupille verengte sich allmählig wieder auf 5mm.

Als ich es jetzt aufrichtete, verengte sie sich rasch auf 4mm, wornach plötzlich ein Anfall von *Opisthotonus* mit Erweiterung auf 8mm erfolgte. Dies veranlasste mich, es abermals schleunig niederzulegen, und 15 Minuten lang ruhen zu lassen.

Allmählig nahmen beide Pupillen die Weite von 7mm Längsdurchmesser an, und behielten sie auch 30 Minuten lang bei. Sie standen nach oben und hinten, theilweise unter den obern Augenliedern versteckt. Die Lidspalte war halb geöffnet. Die zu Anfange blossgelegten grossen Halsvenen zeigten sich bald nach der Blutung zusammengefallen, schwächer gefüllt und die Karotiden mehr zusammengezogen.

Versuche mit Compression der Jugularvenen und der andern unverletzten Karotis ergaben keine Erfolge. Als diese aber angeschnitten wurde, erfolgten fast augenblicklich heftige Convulsionen und der Tod mit Erweiterung der Pupillen auf 10mm in allen Durchmessern.

So Vieles auch diese Versuche zu wünschen übrig lassen, so dürfen doch wohl folgende Schlüsse daraus abgeleitet werden.

1. *Plötzliche Entleerungen grosser Mengen Blutes aus den Arterien des Halses bedingen sofort Erweiterung der Pupille, Convulsionen und den Tod.*
2. *Kleinere Blutentleerungen aus diesen Gefässen bis zu einem gewissen Grade fortgesetzt, bedingen Verengerung der Pupille, und wenn sie nicht gestillt werden, endlich Erweiterung derselben und die verschiedenen Erscheinungen, welche im vorigen Abschnitte als einer zweiten Periode der Vorenthaltung der gesammten arteriellen Blutmenge zugehörig beschrieben wurden.*

Versuche über den Einfluss der abwechselnden Hemmung und Wiederherstellung des Stromlaufes in den äusseren Jugularvenen.

Zwölfmal habe ich die äusseren Jugularvenen nahe dem Brustbeine in hinreichender Ausdehnung und mit unbeträchtlichem Blutverluste blossgelegt, Gutta Percha-Plättchen unter ihnen durchgeschoben, und sie schliesslich mittelst zweier Pincetten kürzere oder längere Zeit komprimirt. Hatte

ich auf diese Weise Erfolge erzielt, so schritt ich gewöhnlich zu dem minder gefährlichen Verfahren mittelst der Fadenschlinge. Wiederholt wurden bei diesen Versuchen die *Venae jugulares internae* zuerst aufgesucht, und da in der Regel nur eine stärker entwickelte sich vorfand, diese unterbunden.

Die zwölf Versuche betrafen zehn Kaninchen, einen Hund, und eine Katze. Nur bei fünf Kaninchen ergaben sich Bewegungs-Erscheinungen.

A. Bei Hemmung des venösen Abflusses.

1. *Der Augapfel trat bei vieren und zwar sehr stark bei dreien, aus der Augenhöhle hervor, erschien sehr prall und strotzend.*
2. *Die Lidspalte erweiterte sich in denselben vier Fällen beträchtlich.*
3. *Die Pupille verengte sich bei vieren.*

Bei einem weissen ausgewachsenen Kaninchen glückte es, sie in sieben hintereinander wiederholten Compressionsversuchen rasch um 0,5 bis 1^{mm} Längsdurchmesser zu verengern, wobei sich die Iris stärker zu wölben und nach vorn zu drängen schien. Bei drei weitern Compressionsversuchen konnte ich keine Verengerung mehr erzielen.

Bei einem alten, starken, schwarzen Kaninchen verengte sie sich bei neun mal wiederholten Compressionsversuchen von 7,5^{mm} Längsdurchmesser auf 6 bis 5,5^{mm}, welche Enge sie bei öfteren Messungen vor der Compression in demselben Lichte und bei derselben Lage nie gezeigt hatte.

Von einem weissen kräftigen Kaninchen theile ich beispielshaber mehrere Messungen am linken Auge mit. Dies Thier hatte auch beim Comprimiren der Karotiden Pupillenverengerung gezeigt, und ist das erste jener beiden, von welchem ich oben zahlreiche Messungen angegeben habe.

Erster Versuch:				
Vor der Compression	4,5^{mm}	Längsdurchmesser,	3,8^{mm}	Querdurchmesser.
Während derselben	3,5 „	„	3,5 „	„
Nach derselben	4,5 „	„	3,8 „	„
Zweiter Versuch:				
Vor der Compression	4,5 „	„		
Während derselben	3,0 „	„		
Nach derselben	4,0 „	„		
Dritter Versuch:				
Vor der Compression	4,2 „	„		
Während derselben	3,5 „	„		
Nach derselben	5,0 „	„		

Vierter Versuch:

Vor der Compression $4{,}1^{mm}$ Längsdurchmesser
Während derselben 3,5 " "
Nach derselben 4,5 " "

Bei einem gleichbeschaffenen Thiere ergaben sich neun mal hintereinander Verengerungen im Betrage von 0,5 bis 1^{mm}, bei fünf weiteren Compressionsversuchen waren sie nicht mehr zu bemerken.

4. Nur einmal sah ich Bewegungserscheinungen am Augapfel selbst, hier aber auch von ausserordentlicher Deutlichkeit. Dies geschah bei dem oben erwähnten schwarzen Kaninchen, wo der stark vortretende Augapfel sich bei neun Compressionsversuchen jedesmal von innen nach aussen rollte, so dass die zuvor dem innern Augenwinkel zugekehrte Pupille sich jetzt in die Mitte der Lidspalte und sogar noch etwas drüber hinaus stellte.

5. Die Nickhaut trat in zwei Fällen ziemlich deutlich hervor.

6. Bei einem Thiere, dessen Athemholen sehr tief und langsam geworden, erweiterten sich die Nasenlöcher bedeutend.

Bei fünf Kaninchen füllten sich die Augen mit Wasser.

B. Bei Wiederherstellung des venösen Abflusses.

1. *Der Augapfel trat bei vieren allmählig in die Augenhöhle zurück. Dieser Vorgang machte sich nie so auffallend bemerklich, als das Hervortreten. Dasselbe gilt für die*
2. *Verengerung der Lidspalte gegenüber der Erweiterung.*
3. *Die Pupille erweiterte sich bei fünf Kaninchen.*

In dem ersten, der vorhin erwähnten Fälle betrug die Zunahme 1 bis $1{,}5^{mm}$ Längsdurchmesser.

Im zweiten wuchs die Pupille von 5 bis 6^{mm} Längsdurchmesser auf 8^{mm} und ging dann allmählig wieder auf 7 zurück.

Im vierten war die Erweiterung nicht allein in den neun ersten, sondern auch in den fünf folgenden Compressions-Versuchen, wo die Verengerung nicht mehr bemerklich gewesen, immer noch deutlich und betrug 1 bis $1{,}5^{mm}$.

In einem fünften Falle, bei einem weissen, kräftigen Kaninchen, wo die Compression wiederholt keine oder doch nur undeutliche Verengerungen bewirkt hatte, ergab sich beim Nachlassen jedesmal eine Erweiterung von 0,5 bis 1^{mm}.

4. Bei dem Kaninchen, dessen Augapfel bei der Compression sich nach aussen gedreht, rollte er hernach jedesmal nach innen zurück.

5. Bei demjenigen, dessen Nasenlöcher sich bei der Compression erweitert, verengten sich diese mit dem Nachlassen.

Einem grossen Metzgerhunde unterband ich die beiden inneren und führte unter den isolirten äusseren Jugularvenen Elfenbein-Plättchen hindurch, worauf ich diese von Zeit zu Zeit mit zwei Pincetten comprimirte. Jedesmal begann das Thier bald ausserordentlich tiefe Athemzüge zu thun, und jedes tiefe Athemholen war von einer vorübergehenden, aber ganz ausgezeichneten Erweiterung der Pupille begleitet. Nie hatte diese zuvor auf dem Operationstische, auch bei dem lebhaftesten Spiele der Iris, gleiche Durchmesser erreicht. Diese Erscheinung konnte ich beim Kaninchen niemals sicher constatiren.

Anmerkung.

Ich füge hier in Kürze etliche Ergebnisse dreier Versuche über dauernde Hemmung des venösen Rückflusses in den äussern Jugularvenen durch Unterbindung an.

Bei einem kräftigen, schwarzen Kaninchen stellte sich noch an demselben Tage Hyperämie der linken Bindehaut ein, welche sich allmählich bis zur Entzündung steigerte. Sie erreichte am fünften Tage ihre Höhe und war am zehnten ganz verschwunden. Die rechte Bindehaut erschien am dritten und den folgenden Tagen injicirt und die wässerige Absonderung vermehrt. Die Iris behielt an beiden Augen eine grosse Beweglichkeit, doch schienen die Pupillen am vierten und einigen folgenden Tagen nach der Operation, verglichen mit denjenigen anderer gleich grosser schwarzer Kaninchen bei demselben gedämpften Lichte enger zu sein. Tödtung am zehnten Tage mittelst 4 bis 5 Tropfen starker Blausäure. Die Sinus und Venen der Hirnhäute, des Schädels, der Ohren, des Gesichtes und namentlich die seitlichen Hals- und Nackenvenen ausserordentlich mit Blute angefüllt.

Ein weisses Kaninchen verlor vor der Unterbindung, welche sehr tief unten vorgenommen wurde, mehrere Esslöffel voll Blutes, so dass es bedeutend zusammensank. Seine Pupillen wurden weit und der Augengrund bleich, was zwei Tage lang andauerte. Am dritten hatte es sich ziemlich erholt, der Augengrund war wieder dunkler geröthet und die Pupille mehr zu den alten Durchmessern zurückgekehrt. Am fünften starb es.

Bei einem jungen schwarzen Kaninchen, welches 2 bis 3 Theelöffel voll Blutes verloren, ergab die Unterbindung in den nächsten 5 Tagen keine Erfolge. Tödtung am fünften Tage durch Blausäure. — Bei diesem und dem vorhergehenden Thiere, mässige Anfüllung der Venen der Hirnhäute und des Schädels, stärkere der Hals- und Nacken-Venen.

Versuche über abwechselnde Hemmung und Wiederherstellung des Stromlaufes in beiden äusseren Jugular- und Schlüsselbein-Venen.

Zu diesen Versuchen wurden vier Kaninchen benützt. Ich legte beide *Venae jugulares externae* und *subclaviae* an ihren Vereinigungswinkeln bloss, und nachdem ich zuvor jederseits eine hier einmündende grosse Nackenvene unterbunden, führte ich Fäden unter den vier Hauptvenen durch, und bewirkte damit vorübergehende Einschnürungen der Gefässröhren.

Zweimal hatte ich heftige Blutungen zu beklagen, welche beträchtliche Erweiterung der Pupillen veranlassten. Dieser Zustand hielt trotz der Ligaturen das eine Mal 24 Stunden lange an, bis ich das Thier tödtete, das andere Mal 48 Stunden lang, bis es an den Folgen der Operation starb. Bei wiederholter Vergleichung ihrer Pupillen mit denjenigen anderer unverletzter Kaninchen von gleicher Körperbeschaffenheit bei derselben Beleuchtung zeigten sie sich um 1 bis 2^{mm} weiter. Die des einen hatten vor der Operation 4^{mm} Längsdurchmesser und 3,5^{mm} Querdurchmesser in demselben Lichte gemessen, in welchem sie jetzt 5,5—6^{mm} Längsdurchmesser und 5—5,5 Querdurchmesser betrugen. Bei beiden Thieren zeigten sich die Augäpfel nichts destoweniger ansehnlich vorgetreten und die Lidspalten weit offen, konnten auch von dem einen Thiere selbst im hellsten Lichte kaum und höchstens momentan geschlossen werden. Bei diesem war zugleich eine Stellung der Pupillen nach aussen und oben unverkennbar, und nur bei plötzlichem Einfallen hellen Lichtes rollte es dieselben wieder mehr nach innen, wobei sie sich von 5 bis 6^{mm} Längsdurchmesser bis zu 2,5^{mm} verengten. Die Nickhaut, welche vor der Operation sehr lebhaft gespielt, verharrte jetzt träge im inneren Augenwinkel. In der Rückenlage erschienen seine Ohren blau, in aufgerichteter Stellung bleich. Die Section zeigte hier trotz der Unterbindung nur mässige Anfüllung der Halsgefässe und sehr geringen Blutgehalt der Schädel- und Gehirnvenen. Eine *Vena jugularis interna* konnte ihr Blut noch ungehindert in die *anonyma* ergiessen. — Bei beiden Thieren sonderten die Augen mehr Wasser ab.

Bei zwei anderen glückte die Operation ohne besonderen Blutverlust.

Bei einem schwarzen starken Kaninchen ergab das gleichzeitige Zuschnüren aller vier Venen nichts, als ein allmäliges Vortreten der Augäpfel aus den Augenhöhlen, Erweiterung der Lidspalten von 5mm auf 10mm und Feuchterwerden der Bindehaut. Die Nasenlöcher schienen in Folge von tieferem Athemholen sich mehr zu erweitern. Obwohl ich zweimal die Absperrung über eine Viertelstunde lang fortsetzte, konnte ich dennoch keine anderen Erfolge erzielen. Das Thier wurde hierauf durch Anschneiden einer Karotis getödtet.

Bei einem jungen weissen Kaninchen ergab dasselbe Verfahren Vortreten des Augapfels, Erweiterung der Lidspalte, starkes Vortreten der Nickhaut, zuweilen eine geringe Pupillenverengerung, reichliche Thränenabsonderung, blaue Färbung der vor und während der Versuche halbgeschlossenen Ohren, auch beim aufrecht stehenden Thiere, endlich Erweiterung der Nasenlöcher bei tiefen Athemzügen. Bei wiederhergestelltem Abflusse trat der Augapfel zurück, verengte sich die Lidspalte, trat die Nickhaut zurück, erweiterte sich die Pupille, wiederholt, aber nicht jedesmal, um 1 bis 1,5mm, verloren die Ohren ihre blaue Farbe, und nahmen eine röthliche an, ohne Weite oder Stellung zu verändern, und wurden die Nasenlöcher enger. Ich unterband alle 4 Venen. Ein und eine halbe Stunde hernach fanden sich schon zahlreiche punktförmige Blutergüsse an den Ohren. Das Vorstehen des Augapfels und die Erweiterung der Lidspalte hatten einen ausserordentlichen Grad erreicht, so dass das Thier auch vor dem grellsten, vom Schnee reflectirten Tageslichte trotz kräftiger Anstrengung das Auge kaum und höchstens momentan zu schliessen im Stande war; die Nickhaut stand beharrlich weit vorn. Die Iris spielte zwar mit grosser Lebhaftigkeit bei verschiedenen Modificationen des Lichtes, die Pupille schien aber, verglichen mit derjenigen anderer Kaninchen von gleicher Körperbeschaffenheit, bei gedämpftem Lichte etwas enger und mehr nach oben und etwas nach aussen gekehrt. Die Bindehaut zeigte keine vermehrte Injection, nässte aber stark. Das Thier schien sehr zu leiden, und frass nichts. Nach 20 Stunden fand ich den Augapfel weniger vorstehend, die Lidspalte enger und das Thier wieder vermögend, dieselbe im Lichte dauernd zu schliessen, die Nickhaut etwas mehr zurückgetreten, die Pupille bei gedämpftem Lichte nicht enger, als bei den andern Kaninchen, die Bindehaut nicht mehr so feucht. Nach 48 Stunden verstarb es unter Zuckungen. Sinus und Venen der Hirnhäute waren stark mit Blute angefüllt, das Gehirn blass, aber feuchter, als ich es bei zahlreichen

Gehirnuntersuchungen anderer Kaninchen gewöhnlich gefunden. Die Venen des Halses strotzten von Blute, ebenso die linke *Vena jugularis interna,* welche im Mittelfellraume in die rechte *Vena anonyma* mündete, und zwei Wirbelvenen, deren eine ebendaselbst in die linke und die andere in die rechte *Vena anonyma* sich einsenkten.

Versuche über venöse Blutentziehungen am Halse.

Hiezu verwendete ich 8 Kaninchen und einen Hund, welchen ich theils ohne, theils nach vorausgegangener Unterbindung die isolirten äusseren Jugularvenen durchschnitt. Das Blut der Kaninchen gerinnt sehr rasch, und, um ergiebige Blutverluste zu erzielen, ist man zuweilen genöthigt, die Wunden wiederholt auszuwaschen, die verstopfenden Gerinnsel mit Pincetten zu entfernen, oder die Venen nochmals höher oben anzuschneiden. Bei allen diesen Thieren erfolgte der Tod immer erst dann und unter Konvulsionen, wenn ich, nachdem sie längere Zeit (bis zu 2 Stunden) in einem Zustande von äusserster Schwäche zugebracht, auch den arteriellen Zufluss zum Gehirne einige Zeit lang ganz oder theilweise unterbrach.

Von Bewegungserscheinungen am Kopfe habe ich folgende aufgezeichnet.

1. Die Pupille nahm, falls die Thiere unverändert die Rückenlage beibehielten und namentlich der Kopf nicht erhoben wurde, nach der Venendurchschneidung nur einmal und zwar 2 Minuten hernach bei einem schwarzen Kaninchen vorübergehend geringere Durchmesser an, als zuvor. Aber auch hier überschritt die Zusammenziehung der Iris denjenigen Grad nicht, welchen sie zuvor bei stärker einfallendem Lichte erreicht hatte. Im Gegensatze zu den ausserordentlichen Verengerungen, wie ich sie bei arteriellen Verblutungen wiederholt beobachtete, behielt bei sieben weissen Kaninchen, welchen ich das Blut durch die Venen entzog, die Pupille entweder denselben Durchmesser einige Zeit bei oder sie erweiterte sich rasch nachher oder doch jedenfalls später.

Bei dem genannten schwarzen, jungen Kaninchen hatte sich die Pupille vor der Operation bei stark einfallendem Lichte bis auf 3^{mm} Längsdurchmesser verengt. Kurz zuvor hatte sie einige Zeit lang 5^{mm} gemessen. Ebensoviel mass sie während der 8 Minuten dauernden Unterbindung und sogleich nach der Durchschneidung. 2 Minuten später mass sie 4^{mm}, obwohl das Thier jetzt das Auge geschlossen hielt, 5 Minuten hernach 5^{mm}, obwohl dieses nunmehr halb offen stand. Nach 15 Minuten mass sie noch 5^{mm}.

Jede leichte Erhebung des Kopfes bedingte in dieser Zeit Verengerung der Pupille auf 3mm, beim Zurücklegen aber erfolgte wieder eine Erweiterung auf 5mm. Nach 20 Minuten wurde das Thier durch Aufrichten und Aufrechthalten getödtet.

Bei einem weissen kräftigen Kaninchen betrug die Weite vor dem Anschneiden bei wiederholten Messungen in derselben Beleuchtung

	4,5mm Längsdurchmes.	3,7mm Querdurchmes.
1 Minute darnach	5 „	4,5 „
2 Minuten „	6 „	5 „
4 „ „	6 „	5 „
5 „ „	6 „	5 „
6 „ „	5,5 „	4,5 „
7 „ „	5,5 „	4,5 „

In der vierten oder fünften Minute hatte die Blutung aufgehört.

Bei einem ebensolchen mass sie zuvor im Lichte

	4,2mm Längsdurchmes.	3mm Querdurchmesser.
3 Minuten hernach	4,6 „	4,6 „
5 „ „	5 „	5 „
8 „ „	5,2 „	5,2 „

Das Thier erholte sich allmählig, wurde wieder munter. Nach 25 Minuten 5mm Längedurchmesser, 4mm Querdurchmesser.

Ein Drittes von gleicher Beschaffenheit wurde in einer Lage erhalten, in welcher sein Kopf vom Fenster abgewendet, also etwas beschattet blieb. Die Venen wurden zuerst unterbunden, wornach die Pupillen keine Veränderung zeigten, und sieben Minuten später die linke Vene oberhalb angeschnitten. Das Blut stürzte zuerst in Masse hervor, floss aber in der zweiten Minute schon spärlicher und nach 8 bis 10 Minuten gar nicht mehr.

Linke Pupille vor der Blutung

	6mm Längsdurchmesser.	5mm Querdurchmesser.
1 Minute hernach	8 „	7 „
3 Minuten „	7 „	6 „
6 „ „	7 „	6 „
9 „ „	7 „	6 „
12 „ „	7 „	6 „
15 „ „	6,5 „	5,5 „

Einem jungen weissen Kaninchen schnitt ich beide äussere Jugularvenen an. Das Blut floss langsam und spärlich. Die Gefässe schlossen sich wiederholt durch Gerinnsel und zuletzt war ich genöthiget, sie nochmals höher oben, gerade unter der Theilungsstelle anzuschneiden. Erst nach

zwanzig Minuten erschienen die Schleimhäute deutlich erblasst, und die Pupillen, bisher 3^{mm} Längsdurchmesser und $2,5^{mm}$ Querdurchmesser zeigend, hatten sich erst jetzt auf 5^{mm} Längsdurchmesser und $4,5^{mm}$ Querdurchmesser erweitert.

Bei zwei ausgewachsenen Kaninchen erzielte ich mittelst der Durchschneidung beider Drosseladern in etlichen Minuten Erweiterungen im Betrage von 2^{mm} Längsdurchmesser und dauerten dieselben über eine Stunde an, worauf die Thiere getödtet wurden.

Bei dem Hunde trat die Erweiterung erst nach starkem Blutverluste, gleichzeitig mit dem Zusammensinken des Unterleibes und dem Erblassen der Schleimhäute ein.

2. *Die Augäpfel traten*, besonders wenn die Jugularvenen zuvor unterbunden waren, *in die Augenhöhlen zurück.*

3. *Die Lidspalte konnte anfangs enger werden, sich sogar schliessen, blieb aber späterhin auch im Lichte halb offen.*

4. *Die Nickhaut sank*, und meist bald, *in den innern Augenwinkel zurück*, wo sie nun ruhig verharrte, wenn nicht besonders kräftige Reize auf das Auge einwirkten.

5. *Der Augapfel fand sich später regelmässig so um seine Medianaxe gerollt, das die Pupille nach aussen, oben und hinten gestellt erschien.*

6. *Mit dem Eintritte der Schwäche wurden die Ohrmuscheln, Nasenlöcher und auch zuweilen die Mundspalte weiter.*

Bei dem vierten weissen jungen Kaninchen stellte ich einige Untersuchungen über die Reizbarkeit des Auges im anämischen Zustande an. Wurde dasselbe durch die vorgehaltene Hand beschattet, so erweiterte sich die Pupille bei wiederholten Versuchen nur sehr wenig, um $0,5^{mm}$ im Längsdurchmesser; die Nickhaut, zuvor schon stark zurückgetreten, wurde fast ganz unsichtbar, und die Lidspalte erweiterte sich von 6 auf 8^{mm}. Wurde nun *plötzlich* beleuchtet, so verengten sich die Pupillen von $5,5^{mm}$ Längsdurchmesser unverzüglich auf $4,5^{mm}$, die Lidspalte krampfhaft auf 1 bis 2^{mm} oder sie schloss sich ganz, und die Nickhaut trat über die halbe Hornhaut vor. In wenigen Secunden aber erweiterte sich die Pupille wieder trotz des fortdauernd einfallenden Lichtes auf 5^{mm}, die Lidspalte auf 6 bis 7^{mm}, die Nickhaut trat zurück und das Auge beharrte nunmehr in diesem Zustande. Wurden die Zirkelspitzen gegen die Pupille geführt, oder die Hornhaut und selbst die Nickhaut

damit betastet, so erfolgten keine Erscheinungen, die Augenlider aber zuckten auf Berührung sogleich zusammen.

Anmerkung. Einem 20 Jahre alten blühenden Mädchen, welches seit mehreren Tagen an heftigem Kopfweh bei auffallend weiten Pupillen litt, liess ich 12 Unzen Blut aus der Medianvene des linken Arms entziehen. Das Blut floss langsam ab. Dem aufrecht im Bette sitzenden Mädchen wurde gegen Ende des Aderlasses übel, die Pupillen verengten sich dabei auf ein Drittheil der früheren Durchmesser. Das Kopfweh war beseitigt.

Versuche über Hemmung und Wiederherstellung des arteriellen Stromlaufes nach venösen Blutverlusten.

Von neun Thieren, welchen ich Blut aus den Jugularvenen bis zur Erschöpfung entzogen, wurden 6 weisse Kaninchen weitern Versuchen über Hemmung und Wiederherstellung des arteriellen Stromlaufes unterworfen.

Die sechs weissen Kaninchen ergaben mit geringen Abweichungen immer gleiche Erfolge, und fand ich den Versuch an diesen Thieren im Ganzen sehr lohnend und belehrend. Soll er aber befriedigend ausfallen, so muss die Hemmung in genügender Weise bewerkstelligt werden. Dazu reicht zuweilen das einfache Aufrichten und Aufrechthalten des Thieres an den Ohren oder unter den Vorderbeinen aus, wenn die Herzkraft schon so geschwächt ist, dass sie bei dieser Stellung keine oder ungenügende Blutmengen in den Kopf empor zu treiben vermag. Hat man die Karotiden bloss gelegt, so kann man sich dann überzeugen, wie der Puls beim Aufrichten verschwindet, und sie in der That kein oder weniger Blut als zuvor führen. Auch ergeben Zählungen der Herzschläge, dass sich diese beim Aufrichten vermindern, ebenso die Athemzüge. Anderemale genügt es, die isolirten Karotiden zu comprimiren, zuweilen aber ist man genöthigt, das Thier aufzurichten und zugleich noch die Karotiden zu comprimiren.

A. Ergebnisse der Hemmung.

1. Die Pupille verengt sich, während der Augengrund erblasst.

Beim ersten der im vorigen Abschnitte erwähnten weissen Kaninchen verengten sie sich wiederholt von $5,5^{mm}$ Längsdurchmesser auf 5 bis 4^{mm}.

Beim zweiten ergaben sich folgende Verkürzungen der Durchmesser. Einmal von 5^{mm} Längsdurchmesser und 4^{mm} Querdurchmesser auf 4^{mm} Längsdurchmesser und $3,6^{mm}$ Querdurchmesser; ein zweites mal von $4,8^{mm}$ Längsdurchmesser auf $4,5^{mm}$.

Beim dritten verengten sie sich von $6{,}5^{mm}$ Längsdurchmesser und $5{,}5^{mm}$ Querdurchmesser auf 5^{mm} Längsdurchmesser und 4^{mm} Querdurchmesser, ja sogar von 8^{mm}, welche beträchtliche Weite beim Niederlegen erfolgt war, durch plötzliches Aufrichten rasch auf 5^{mm} Längsdurchmesser.

Beim vierten erwirkte ich nur geringere Verengerungen im Betrage von 0,2 bis $0{,}5^{mm}$ Längsdurchmesser; ebenso beim fünften. Beim sechsten aber betrugen sie 1 bis $1{,}5^{mm}$ und waren allezeit rasch durch einfaches Aufrichten zu erzielen.

Nie aber ging die Pupille auf denjenigen Grad von Enge zurück, welchen sie vor dem Blutverluste in der Rückenlage des Thieres dem Lichte ausgesetzt eingenommen hatte.

2. Der Augapfel rollt sich von innen und vorn nach aussen und hinten. Bei vier Thieren waren diese Rollungen ausgezeichnet schön wahrzunehmen, bei zwei anderen minder deutlich.

Den übrigen beweglichen Theilen des Kopfes habe ich bei diesen Versuchen keine Aufmerksamkeit geschenkt.

B. Ergebnisse der Wiederherstellung.

1. Die Pupille erweitert sich. Diese Erscheinung, von einer prächtigen rubinfarbenen Röthung des Augengrundes begleitet, war in allen Fällen sehr ausgesprochen.

Beim ersten Kaninchen wuchs sie von 4 bis 5^{mm} Längsdurchmesser auf 5 bis $5{,}5^{mm}$.

Beim zweiten, das eine Mal von 4^{mm} Längsdurchmesser und $3{,}6^{mm}$ Querdurchmesser auf 4,8 Längsdurchmesser und 4^{mm} Querdurchmesser; das andere Mal von $4{,}5^{mm}$ Längsdurchmesser auf $5{,}2^{mm}$ und das dritte Mal von $4{,}5^{mm}$ Längsdurchmesser auf $6{,}2^{mm}$.

Beim dritten von 5^{mm} Längsdurchmesser und 4^{mm} Querdurchmesser auf 6 bis 8^{mm} Längsdurchmesser und 5 bis 6^{mm} Querdurchmesser.

Beim vierten von 5^{mm} Längsdurchmesser auf $5{,}5^{mm}$. Auch beim fünften und namentlich beim sechsten betrug die Erweiterung 1, ja zuweilen 2^{mm} auf den Längsdurchmesser.

2. Der Augapfel rollt sich von aussen und oben nach innen und unten, und zwar geschieht dies öfters in stossweisen Zukkungen, gleichsam als wenn die Pupille in den innern Augenwinkel sich einzubohren trachtete. Nur vier mal zeigte sich diese Erscheinung sehr schön, zwei mal undeutlich.

Wenn bei Hemmung der arteriellen Strömung der Augengrund ganz blass geworden, so säumten Convulsionen nie sich rasch einzustellen. Dem

ersten Kaninchen machten sie schon nach dem zweiten Versuche es aufzurichten ein Ende, obwohl ich mich möglichst beeilt hatte, es wieder niederzulegen. Diess war aber ein Ausnahmsfall. Indem die Convulsionen in anderen Fällen eine verstärkte Thätigkeit des Herzens hervorriefen, bedingten sie vielmehr ein gesteigertes Zuströmen des Blutes zum Kopfe mit Röthung des Augengrundes und Erweiterung der Pupillen, und so hoben sie sich schliesslich zuweilen auf diesem Wege gewissermassen von selbst.

Versuche über Hemmung und Wiederherstellung des Stromlaufes in Arterien und Venen zugleich.

Ich kann nur zwei Versuche zur Beantwortung der hier in Betracht kommenden hochwichtigen praktischen Fragen mittheilen. Hoffentlich ist es mir vergönnt, demnächst eine grössere Reihe besonderer Untersuchungen hierüber anzustellen, und namentlich das hieher gehörige Experiment von Brown-Séquard (das Aufhängen der Thiere an den Hinterbeinen) zweckmässig zu modificiren.

Bei einem grossen und fetten Kaninchen, dessen Augapfel bei Hemmung und Wiederherstellung des arteriellen, wie des venösen Stromlaufes in entsprechender Weise aus der Augenhöhle ansehnlich vor- oder zurückgetreten war, und dessen Lidspalte sich damit gleichzeitig erweitert oder verengt, dessen Pupille aber nie Veränderungen eingegangen hatte, comprimirte ich erst fünf Minuten lang die Venen. Der Augapfel trat stark hervor und die Lidspalte erweiterte sich um 5 bis 6^{mm}. Nun comprimirte ich die Karotiden, ohne die Compression der Venen aufzuheben. Der vorgetretene Augapfel trat deutlich etwas zurück und die Lidspalte verengte sich um 3^{mm}. Jetzt liess ich die Karotiden bei fort comprimirten Venen wieder frei, und sofort trat ein so ausserordentlich starkes Hervortreten des Augapfels mit entsprechender Erweiterung der Lidspalte ein, wie ich nie noch gesehen. Abermaliges Compriminen der Arterien bedingte wieder theilweises und Aufheben der Venencompression gänzliches Zurückkehren des Augapfels zu der früher eingenommenen Stellung in der Augenhöhle. — Irisbewegungen oder Rollungen des Augapfels konnten nicht wahrgenommen werden.

Bei einem weissen Kaninchen, dessen Pupillen sich auf Karotiden- und Venen-Compression verengt hatten, demselben, von welchem in den zwei betreffenden Abschnitten schon zahlreiche Messungen mitgetheilt worden, machte ich folgende Versuche:

Erster: Die Pupille mass				
vor der Compression	4,5^{mm}	Längsdurchmes.	3,8^{mm}	Querdurchmes.
nach der Compression der Venen (3 Minuten lang fortgesetzt)	3,6	„	3	„
nach der dazu gesellten Compression der Karotiden	3,6	„	3	„
nach dem gleichzeitigen Aufhören der Compression an allen vier Gefässen zugleich	5	„	4,5	„
Zweiter: Die Pupille mass				
vor dem Versuche *)	5	„	4,5	„
nach der Compression der Venen (3 Minuten lang fortgesetzt)	4	„	3,2	„
nach der dazu gesellten Compression der Karotiden, und zwar sogleich darnach	3	„	2,8	„
eine Minute später	3,6	„	3,2	„
drei Minuten später	3,6	„	3,2	„
nach dem Aufhören der Arterien-Compression	4,5	„	4	„
nach dem Aufhören der Venen-Compression	5	„	4,8	„
Dritter: Die Pupille mass				
vor dem Versuche	4	„	3,6	„
nach der Compression der Karotiden	3	„	2,8	„
nach der dazu gesellten Compression der Venen	3,6	„	3,2	„
nach dem Aufhören der Venen-Compression	4,5	„	4,3	„
nach dem Aufhören der Arterien-Compression	5	„	4,6	„

*) Sie befand sich vom ersten Versuche her noch im Zustande der Erweiterung.

Schluss.

Eine Zusammenstellung und Vergleichung der Ergebnisse, welche die verschiedenen Versuchsmethoden geliefert, gestattet nun, wie ich glaube, die Aufstellung folgender Sätze, welche, obwohl vorläufig nur für das Kaninchen nachgewiesen, doch wahrscheinlich der Hauptsache nach für alle Säugethiere und den Menschen selbst Giltigkeit gewinnen werden.

1. Die Strömung des Blutes übt einen Einfluss auf die Bewegungen des Kopfes und seiner beweglichen Theile aus.

2. Dieser Einfluss ist nach bestimmten Gesetzen geregelt.

3. Derselbe giebt sich aus den Bewegungs-Erscheinungen zu erkennen, welche auftreten, wenn die Strömung des arteriellen oder venösen Blutes in den grossen Gefässen des Halses unterbrochen oder wieder hergestellt wird.

4. Solche Bewegungs-Erscheinungen erfolgen aber nur, wenn die Blutmenge des Kopfes in Folge der Circulations-Störungen beträchtlichen Wechsel erfährt.

5. Die Vorenthaltung des arteriellen Blutes bedingt in einem ersten Zeitraume Verengerung der Pupille, der Lidspalte, der Nasenlöcher, des Mundes und der Ohrmuschel, in einem zweiten dagegen Erweiterung. Von diesen Erscheinungen erfolgen die an der Pupille und Lidspalte constant, während die am Munde nur selten bemerkt werden, und die Verengerung der Nasenlöcher und Ohrmuscheln in der ersten Periode nur zuweilen sichtbar wird.

6. Die Wiederherstellung und die Vermehrung des arteriellen Zuflusses bedingen constant sehr ansehnliche Erweiterung der Pupille, der Lidspalte und der Ohrmuschel. Die Mundspalte zeigt nur selten eine Erscheinung und zwar in Form von Erweiterung. Die Nasenlöcher erweitern sich bei den Einen und verengen sich bei den Andern. — Mit der Rückkehr zu den gewöhnlichen Strömungs-Verhältnissen kehren die Durchmesser wieder zu derjenigen Grösse zurück, welche sie früher eingenommen haben.

7. Die Zurückhaltung des venösen Blutes im Kopfe bewirkt zuweilen Verengerung, der Wiederabfluss Erweiterung der Pupille.

8. Die Vorenthaltung des arteriellen Blutes bedingt ausser den unter 5 angeführten, noch eine grosse Anzahl anderer Bewegungs-Erscheinungen, welche am Augapfel, der Nickhaut, den Barthaaren, den Ohren und dem Kopfe selber auftreten. Auch diese zeigen in einer ersten und zweiten Periode geradezu entgegengesetzte Richtungen, obwohl der Grad ihrer Stärke bei verschiedenen Individuen vielfach wechselt. Im Allgemeinen sind die der ersten Periode häufig nicht zu erkennen, während die der zweiten seltener fehlen.

9. Ebenso bewirkt die Wiederherstellung und Vermehrung des arteriellen Zuflusses an diesen Theilen eine Reihe regelmässig wiederkehrender Bewegungs-Erscheinungen und ihre Richtung ist derjenigen entgegengesetzt, welche die in der zweiten Periode der arteriellen Anämie auftretenden einzuschlagen pflegen.

10. Insbesondere sind es die Rollungen des Augapfels, welche mit grosser Regelmässigkeit und Stärke in der zweiten Periode der arterielleu Anämie von innen und unten nach aussen und oben, und beim Wiedereinströmen des arteriellen Blutes von aussen und oben nach innen und unten wiederkehren.

11. Ebenso regelmässig findet bei Zurückhaltung des arteriellen Blutes ein Zurücktreten, und bei erneuertem Zutritte desselben ein Vortreten des Augapfels aus der Augenhöhle statt.

12. Bei Zurückhaltung des venösen Blutes tritt der Augapfel aus der Augenhöhle hervor und erweitert sich die Lidspalte, beim Abströmen erfolgen die entgegengesetzten Erscheinungen. Auch kann die Zurückhaltung des venösen Blutes bestimmte Bewegungen der Nickhaut und Rollungen

des Augapfels erzeugen, welche denjenigen, die durch Wiederherstellung des Abflusses bewirkt werden, geradezu entgegengesetzt sind.

13. Blutentziehungen aus den Arterien des Halses rufen, wenn sie bis zu gewissen Graden fortgesetzt werden, Erscheinungen hervor, die denjenigen entsprechen, welche durch Vorenthaltung des arteriellen Blutes bewirkt werden.*)

Ich unterlasse es vorderhand ganz, Vergleichungen dieser Ergebnisse mit denjenigen der Durchschneidung und Galvanisation des *Sympathicus* anzustellen. Ebenso enthalte ich mich geflissentlich aller Hypothesen, zu welchen diese Untersuchungen ihrer ganzen Natur nach so verführerisch locken, bis eine zweite Reihe von Experimenten über die Wege, auf welchen jene Bewegungen vermittelt werden, beendigt sein wird, und hoffe ich darüber in Bälde weitere Mittheilungen machen zu können.

*) Ueber Blutentziehungen aus den Venen des Halses habe ich während des Drucks dieser Abhandlung neue Versuche angestellt, welche mir dafür sprechen, dass sich beim schwarzen Kaninchen die Erfolge auf die Iris von den durch arterielle Blutentziehungen erzielbaren nicht so auffallend unterscheiden, wie es nach den Seite 34 und 35 beschriebenen Versuchen beim weissen Kaninchen der Fall zu sein scheint. Einstweilen halte ich es jedenfalls für gerathen, aus diesen Fxperimenten noch keinen allgemein giltigen Satz abzuleiten, und hier oben lieber eine Lücke zu lassen.

(Abgedruckt aus den Verhandlungen der physicalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg Band VI.)



Ueber die Vitalität der Nervenröhren der Frösche.

Vorläufige Mittheilung von **A. KÖLLIKER.**

(Vorgelegt in der Sitzung vom 7. Juni 1856.)

1) In Wasser und allen diluirten Lösungen von Haloid- und neutralen Salzen der Alkalien und Erden, sowie von verschiedenen organischen Substanzen, wie von Zucker, Eiweiss, Harnstoff, sterben die Nerven in einer gewissen kürzeren Zeit ab. Hierbei quellen dieselben stark, bis um das Doppelte und mehr auf und werden steif und unbiegsam. In Wasser von 13—15^{0}R. sterben die Nervenenden in 1—2 Stunden, die ganzen Nerven (Ischiadici) in 1½—3 Stunden ab.

2) Bei allen den letztgenannten Substanzen gibt es gewisse Concentrationen, in welchen die Nerven keine Aenderung erleiden und ihre Reizbarkeit lange erhalten.

3) In höheren Concentrationen schrumpfen die Nerven und verkürzen sich, und zwar verschieden stark nach Massgabe der Concentration und werden rascher oder langsamer leistungsunfähig.

4) Die wirksamen Concentrationen sind bei den verschiedenen Substanzen verschieden. Bei den Salzen ergeben sich 2 Reihen, von denen die eine durch das Kochsalz, die andere durch das Glaubersalz und zweibasisch phosphorsaure Natron repräsentirt werden Das Kochsalz ist unschädlich bei ½ Proc., und können Nerven in dieser Lösung bis an 25 Stunden reizbar bleiben; je weiter es von dieser Concentration nach unten sich entfernt, um so mehr wirkt es wie Wasser und ebenso macht es nach oben mit steigender Concentration die Nerven um so schneller leistungsunfähig, so dass schon bei 9 Proc. die Nerven innerhalb 1 Stunde und bei 20—30 Proc. meist innerhalb ½ Stunde absterben. Bei den andern Salzen scheinen Concentrationen von 2½—3 Proc. am günstigsten zu wirken. Diluirte und concentrirte Solutionen wirken im Allgemeinen wie beim Kochsalz, nur dass nach oben die schädliche Wirkung langsamer überhandnimmt und bei gleicher Concentration diese Salze immer günstiger sind als das Kochsalz.

5) Gewisse höhere Concentrationen der bei 1) aufgezählten Substanzen erregen die Nerven in der Art, dass die Muskeln in Zuckungen und selbst in tetanische Contraction verfallen, so Harnstoff von

30 Proc. und concentrirte Zuckerlösungen. Von den Salzen macht Kochsalz Zuckungen von 4—5 Proc. an aufwärts, selten darunter; 10 proc. Lösungen machen in der Regel keinen Tetanus, wohl aber solche von 20, 25 und 30 Proc. Beim zweibasisch phosphorsauren und beim schwefelsauren Natron sind die Zuckungen bei 3 bis 10 proc. Solutionen schwach, stärker bis zu 20 Proc. herauf und bei Lösungen von 25—30 Proc. entsteht beim Glaubersalz auch Tetanus. Mithin wirken auch in dieser Beziehung diese Salze schwächer als das Kochsalz.

6) Diese Zuckungen dauern bei schwachen Solutionen oft über 1 Stunde, bei starken meist unter ½ Stunde und machen schliesslich einer vollständigen Ruhe Platz. Untersucht man um diese Zeit die Nerven, so findet man sie noch reizbar, und es ist ein allgemeines Gesetz, dass die Reizbarkeit der Nerven den Zustand der Erregung derselben um eine gewisse Zeit überdauert, die um so länger ist, je geringer die Concentration war.

7) Nerven, die in Wasser und in diluirten Lösungen abgestorben sind, können durch concentrirte Lösungen wieder in's Leben zurückgerufen werden. Die von mir bis jetzt in dieser Beziehung wirksam erfundenen Solutionen sind Natron phosphoricum von 3 und 9 Proc. und Kochsalz von 4 und 25 Proc., doch sind mit diesen Angaben die vorkommenden Möglichkeiten sicherlich noch lange nicht erschöpft.

8) Ebenso können Nerven, die in concentrirten Lösungen ihre Reizbarkeit verloren haben, durch Wasser und diluirte Solutionen wieder lebendig gemacht werden. Ich habe so Nerven, die todt gemacht waren, durch Kochsalz von 10, 20 und 30 Proc. und durch Glaubersalz von 25 und 30 Proc., wieder auferweckt durch Wasser, Natron phosphoricum von ½, 1 und 3 Proc. und durch Kochsalz von ½ Proc. Auch hier sind die verschiedenen Möglichkeiten noch weiter zu ermitteln. Bemerken will ich noch, dass auch mehrfache Tödtungen und Wiederbelebungen gelingen. So tödete ich einen Ischiadius in Natron phosphoricum von 3 Proc. in 6 St. 55 Min.; nach 10 Min. langem Verbleiben in Natr. phosph. von 9 Proc. war er wieder reizbar und blieb es 25 Min. lang. Nun im Wasser gelegt wurde er nach 6 Min. wieder schwach reizbar und blieb so 25 Min. lang, worauf er auf fernere Anwendungen von Kochsalz von 25 Proc. und Wasser nicht mehr reagirte.

9) Lässt man Nerven eintrocknen, in welchem Falle die Muskeln bekanntlich ebenfalls lebhaft zucken, so kann man dieselben, nachdem sie vollkommen reizlos geworden sind, durch Wasser wieder leistungsfähig machen.

10) Aus allem diesem ziehe ich den Schluss, dass der Eckhard'sche Satz: dass Tod der Nerven und Zuckung einander begleiten, und dass Tod mit hinreichender Schnelle herbeigeführt, Zuckungen mache für die Salze und die Zuckungen beim Eintrocknen der Nerven nicht stichhaltig ist. Ob derselbe für die Säuren und kaustischen Alkalien, die Zuckungen machen, richtig ist, habe ich dagegen noch nicht untersucht, und enthalte ich mich in dieser Beziehung vorläufig eines jeden Urtheils. Die noch nicht erklärte schädliche Wirkung des Wassers beruht nach meinen Versuchen auf einem Aufquellen der Nervenröhren, i. e. der Axencylinder und einem hierdurch veränderten Aggregatzustande derselben; während der Nachtheil concentrirter Solutionen darin liegt, dass sie die Axencylinder schrumpfen machen, in welchem Falle offenbar nicht blos Wasser aus denselben heraustritt, wie Eckhard annimmt, sondern auch Salz in dieselben hereingeht. Dass durch Aufquellen einerseits, durch Schrumpfen und Eintrocknen anderseits leistungsunfähig gemachte Nervenröhren wieder wirksam werden, wenn man ihren früheren Aggregatzustand herstellt, beweist eine bei diesen zarten Gebilden noch nicht geahnte Tenacität, steht übrigens in vollstem Einklange mit dem, was ich über die Samenfäden aufgefunden habe.

11) An dem Aufquellen und Schrumpfen der Nervenröhren in concentrirten und diluirten Lösungen nimmt auch das Nervenmark Antheil, doch beweisen meine Versuche, dass dieser Theil der Nervenröhren keine höhere physiologische Bedeutung hat, indem auch nach der Gerinnung des Markes, die immer sehr bald eintritt, die Reizbarkeit der Nervenfasern ohne Ausnahme noch lange sich erhält. Ich betrachte demnach die von mir schon anderwärts (Gewebel. 2. Aufl.) vertheidigte Ansicht, dass die Axencylinder die allein leitenden Theile der Nervenröhren sind, als gesichert.

Anhangsweise erwähne ich noch, dass Froschschenkel, in denen durch concentrirte Solutionen heftiger Tetanus erzeugt worden war, in der Regel in sehr kurzer Zeit starr werden. So sah ich nach Anwendung von concentrirter Zuckerlösung Starre in 1 St. 35 M., und nach Kochsalz von 20—30 Proc. waren die Muskeln nach $1\frac{1}{2}$—3 St. reizlos und starr, ein Verhalten, das die Untersuchungen über das Wiederaufleben der Nerven in hohem Grade stört.

Aehnliche Untersuchungen wie diese habe ich auch über die Muskeln begonnen und werde ich später über dieselben berichten.





